Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer
der Philosophie Prof. zu Jena, der mathematisch - physikalischen Gesellschaft zu Erfurth, der mineralogischen Gesellschaft zu Jena und der naturforschenden Gesellschaft Westphalens Ehrenmitgliede.

Dritter Theil.

Von J. bis Plat.

Mit sechs Kupfertafeln in Quart.

Göttingen
bey Johann Christian Dieterich
1800.

Physikalisches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter nach alphabetischer Ordnung.

J.

Jahr (annus, an, année) ist derjenige Zeitraum, während dessen die Erde ein Mahl ihren Lauf um die Sonne vollendet. Nach Verlauf dieser Zeit haben also die Erde und die Sonne wieder ein und die nämliche Lage gegen einander, und die verschiedenen Jahrszeiten kehren den Orten auf der Erdfläche, so wie die übrigen von der Sonne abhängenden Erscheinungen eben so wie vorher zurück. Es ist dieß auch dieselbe Zeit, binnen welcher die Sonne ihre scheinbare Bahn oder die so genannte Ekliptik durch alle zwölf himmlische Zeichen zu durchlaufen scheinet, und heißt dieserwegen auch das **Sonnenjahr**. Weil von diesem scheinbaren Lauf der Sonne während dieses Zeitraumes die nämlichen Erscheinungen in Ansehung der verschiedenen Jahreszeiten abhangen, so hat man diesen Zeitraum als ein sehr brauchbares Maß der Zeit angenommen.

Die Größe des Jahres war anfänglich nicht bekannt. Nach dem Zeugniß des **Herodot** [α]) nahmen die Aegyptier zuerst die Größe des Jahres von 360 Tagen an, indem sie nämlich das Jahr in 12 Monathe eintheilten, und jeden Monath 30 Tage setzten. Die Thebaner aber, welche in Bestimmung des Jahres nicht so wohl auf den Umlauf des Mondes als vielmehr auf den der Sonne Rücksicht nahmen, setzten diesen 360 Tagen noch 5 Tage hinzu, und bemerkten nachher noch, daß dieses Jahr von 365 Tagen um $\frac{1}{4}$ Tag oder 6 Stunden zu kurz sey [β]). Da aber die Aegyptier die Größe des Jahres in vollen 365 Tagen annahmen, und den Viertel-Tag außer Acht ließen, und folglich die Wiedererscheinung des Hundssternes, welche die Ueberschwemmung des Nils ankündigte, alle vier Jahre um einen Tag später erfolgte, so geschahe es, daß diese Wiedererscheinung erst nach $4 \times 365 = 1460$ Jahren auf den nämlichen Tag des bürgerlichen Jahres zurückkehren konnte. Die ägyptischen Prie-

α) Histor. ex interpret. *Laur. Vallae.* Francof. 1594. fol. lib. II. p. 48.
β) *Diodor. Sicul.* lib. I. par. II. cap. 1.

ster hielten nämlich die Zeit, welche über 365 Tage des Jahres noch zu diesem gesetzet werden mußte, als unglücklich, und ließen so die Feste durch alle Jahreszeiten hindurch fortrücken, und bemerkten bloß die Periode ihrer Wiederkehr auf den vorigen Tag unter dem Nahmen Hundssterncyklus (annus magnus, Dei, cyclus canicularis f. fothiacus), bis endlich Aegypten nach der Schlacht bey Actium eine römische Provinz ward, und ein Jahr annehmen mußten, welches an Größe dem julianischen gleich war.

Die Griechen nahmen das Sonnenjahr zu 365 Tagen 6 Stunden an. Nach dieser Angabe war also der Mondcykel des griechischen Weltweisen Meton von 19 Sonnenjahren oder 6940 Tagen noch 6 Stunden größer als 19 Sonnenjahre; die 100 Jahre darauf eingeführte kallippische Periode von 27759 Tagen aber kommt mit 76 Jahren von 365 Tagen 6 Stunden genau überein. Diese letzte Periode behielten die Griechen bey, und auf Anrathen des Sosigenes ward Julius Cäsar bey der Kalenderverbesserung bewogen, das Jahr, das sie voraussetzet, auch bey den Römern einzuführen. Von dieser Zeit an hat das Jahr von 365 Tagen 6 Stunden bis auf unsere Zeit den Nahmen julianisches Jahr erhalten.

Nach Ptolemäus *) Nachrichten stellte Hipparch sorgfältige Beobachtungen über die Zeitpunkte der Nachtgleichen und der Sonnenwenden an, verglich sie mit denen, welche Aristarch von Samos 145 Jahre vor ihm angestellet hatte, und fand, daß die Sonnenwenden seit dieser Zeit um 12 Stunden früher einfielen. Hiernach schien ihm die wahre Länge des Jahres um $\frac{12}{145}$ oder beynahe um $\frac{1}{12}$ Stunde, d. i. 5 Minuten kürzer, als die kallippische Periode voraussetzte, mithin nur 365 Tage 5 Stunden 55 Minuten 12 Sekunden zu seyn. Da diese $\frac{12}{145}$ Stunden in 4 × 76 Jahren so viel als 25 Stunden 9 Minuten betragen, so that er den Vorschlag, vier kallippische Perioden zusammen zu fassen, und einen Tag daraus wegzulassen, weil alsdann 304 Jahre von

*) Almagestum. lib. III.

von eben so vielen Umläufen der Sonne nur um 1 Stunde 9 Minuten abweichen würden. Man hat aber diesen Vorschlag nicht angewendet.

Die Methode des Hipparch, alte und neue Beobachtungen mit einander zu vergleichen, haben die neuern Astronomen häufig gebraucht. Man findet dergleichen Vergleichungen beym Riccioli [α]), Hevel [β]), Manfredi [γ]), Cassini [δ]) und de la Lande [ε]). Von dem letztern wird die mittlere Länge des Sonnenjahres auf

365 Tage 5 Stunden 4 Min. 25½ Sekunden gesetzt.

Nach neuern Beobachtungen des Herrn von Zach [ζ]) ist die mittlere Größe dieses Sonnenjahres

365 Tage 5 Stunden 4 Minuten 48,016 Sekunden.

Die Zeit, welche die Sonne in ihrer Bahn vom Frühlingspunkt an gerechnet bis wieder zum Frühlingspunkt braucht, heißt, von den Tropen oder Sonnenwenden, das tropische Jahr (annus solaris tropicus). Weil aber während dieser Zeit die Fixsterne wegen des Vorrückens der Nachtgleichen um 50″ gegen Morgen gegangen, so brauchet die Sonne in ihrer Bahn, um wieder zu dem vorigen Fixstern zu kommen, noch 20 Minuten 5,7 Sekunden Zeit über das tropische Jahr. Diese Zeit des Umlaufs der Sonne heißt das siderische Jahr oder das Sternjahr (annus sidereus). In eben der Zeit rückt auch die Erdferne um 65″ fort; mithin hat die Sonne, um von einer Erdferne bis zur andern zu kommen, 26 Minuten Zeit über das tropische Sonnenjahr nöthig. Diese Zeit des Umlaufs der Sonne heißt das anomalistische Jahr.

Weil zwölf Umläufe des Mondes der Zeit eines Jahres nahe kommen, so wird auch die Zeitdauer von zwölf Mon-

α) Almagest. nouum. p. 108. astronom. reformat. p. 16.
β) Prodromus astronomiae.
γ) De gnomone bononiensi. p. 74.
δ) Elémens de l'astronomie. lib. II. chap. 10.
ε) Astronomie. 2de edit. §. 885.
ζ) Tabulae motuum solis nouae et correctae. Gothae 1792. 4.

denmonathen ein Mondjahr genannt. Nach genauern Beobachtungen beträgt dieß Jahr

354 Tage 8 Stunden 48 Min. und 36 Sekunden.

und ist daher um 10 Tage 21 Stunden kleiner, als das tropische Sonnenjahr.

Von diesen astronomischen Jahren muß man die bürgerlichen Jahre unterscheiden. Bey der Jahrrechnung im gemeinen Leben werden nämlich die Stunden, Minuten und Sekunden so lange nicht mit gezählet, als sie keine ganzen Tage ausmachen. Das gemeine bürgerliche Jahr setzt man auf 365 Tage, und wenn drey Jahre verflossen sind, so zählet man im 4ten Jahre, welches ein Schaltjahr genannt wird, einen Tag mehr. Dieser Schalttag (dies intercalaris) fällt in jedem vierten Jahre, auf den nächsten Tag nach dem 23ten Februar, und weil dabey im römischen Kalender der 23te Februar zwey Mahl gezählet wird, so ist daher die lateinische Benennung bis sextus entstanden. Dieses gemeine Jahr fängt sich mit dem ersten Januar an, weil um diese Zeit zu Julius Cäsar's Zeiten die Sonne in das Zeichen des Steinbocks trat.

Die bürgerlichen Jahre, welche von den verschiedenen Völkern sind angenommen worden, sind entweder Sonnenjahre oder Mondenjahre. Sie beruhen alle auf einer astronomischen Beobachtung, welche die Größe des Jahres bestimmt hat, enthalten aber bloß ganze Tage, welche den astronomisch bestimmten nahe kommen, und lassen alsdann entweder die Jahreszeiten durch alle Tage des Jahres fortrücken (anni vagi) oder halten sie durch Einschaltungen an gewisse Tage fest (anni fixi).

Zu den bürgerlichen Sonnenjahren, in welchen die verschiedenen Jahreszeiten durch alle Tage des Jahres fortrücken, gehören das alte ägyptische, das nabonassarische der Chaldäer, und das yezdegerdische Jahr der Perser von 365 Tagen. Es fällt also die Frühlingsnachtgleiche auf alle Tage des Jahres, und kömmt erst nach Verlauf von 1460 Jahren auf den nämlichen Tag wieder zurück.

Das

Das julianische Jahr, welches sich auf die vorausgesetzte Dauer des astronomischen Jahres von 365 Tagen 6 Stunden gründete, sollte zwar der Absicht nach ein festes Jahr seyn. Allein wenn man von diesem vorausgesetzten astronomischen Jahre

365 Tage	5 Stunden	59 Minut.	60 Sekund.
365 —	5 —	48 —	$45\frac{1}{2}$ — subtrahiret,
so ist der Rest		11 Minut.	$14\frac{1}{2}$ Sekund.

mithin wäre jenes Jahr um 11 Minut. $14\frac{1}{2}$ Sek. größer, als das wahre tropische Jahr. Multipliciret man diesen Rest mit 100, so erhält man 1100 Min. 1450 Sek. oder 18 Stund. 44 Minuten, d. h. 100 julianische Jahre von 365 Tagen 6 Stunden sind um 18 Stunden 44 Minuten größer als eben so viele tropische Sonnenjahre. Hieraus entsteht nothwendig eine Vergrößerung der Monathe durch die Jahreszeiten. Wäre z. B. in einem julianischen Jahre gerade den 22. September die Herbstnachtgleiche eingetreten, so würde sie ungefähr 128 Jahre darauf den 21. September, mithin nach 2. 128 Jahren darauf den 20. September u. s. f. dahin kommen. Seit der nicänischen Kirchenversammlung im Jahre 325 bis 1582 waren 1257 Jahre verflossen, mithin gieng das julianische Jahr 1582 beynahe um 10 Tage später zu Ende als das wahre tropische Sonnenjahr, so daß die Frühlingsnachtgleiche um 10 Tage früher also um den 11. März einfiel. Dieß gab die Veranlassung zur Einführung des verbesserten Kalenders (m. s. Kalender), wobey das Jahr zu 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten 12 Sek. angenommen ist, und binnen 400 Jahren allezeit 3 Schaltjahre wegbleiben. Dieses verbesserte oder gregorianische Jahr ist nun wirklich ein fixes, in welchem sich immer die Frühlingsnachtgleiche um den 20. März hält. Die hier vorausgesetzte Dauer des Sonnenjahres weicht von dem wahren tropischen Sonnenjahre um eine Kleinigkeit ab, welche etwa erst nach 3200 Jahren einen Ueberschuß von einem Tage über das tropische Sonnenjahr ausmacht.

Von dem yezdegerdischen Jahre der Perser muß man bey ihnen das Jahr unterscheiden, welches der Sultan

Gelal im Jahre 1079 nach Christi Geburt mit Hülfe des Astronomen **Omar Cheiam** einführete (annus Gelalaeus), und mit dem Laufe der Sonne noch genauer als selbst das gregorianische übereinkömmt. Es wird nämlich hierbey alle 4 Jahre sieben Mahl nach einander, das achte Mahl aber nur im 5ten Jahren ein Tag eingeschaltet. Hiernach sind also unter 33 Jahren allezeit 25 Jahre gemeine Jahre und 8 Schaltjahre, oder diese 33 Jahre betragen $33 \times 365 + 8 = 12053$ Tage, daß folglich ein Jahr = 365 Tage 5 Stunden 49 Minuten 5 Sek. 28 Tert. vorausgesetzet wird, welches von der wahren Größe des tropischen Jahres so wenig verschieden ist, daß erst nach 4320 Jahren ein Ueberschuß von 1 Tage Statt findet. Ohne Zweifel würde diese Art des Einschaltens der gregorianischen vorzuziehen seyn, wenn man nicht bey der gregorianischen zugleich auf den Mondslauf hätte Rücksicht nehmen müssen.

Von den bürgerlichen Mondjahren gibt es wieder einige, welche die Jahreszeiten auf alle Tage des Jahres fortrücken lassen, andere aber, in welchen sie durch Einschaltungen an gewissen Tagen feste sind. Zu den erstern gehöret das **arabische** oder das **muhammedanische Jahr**, welches aus 12 Monathen bestehet, die mit 30 und 29 Tagen abwechseln. In einem Cykel von 30 Jahren wird in den Jahren 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, 29 dem letzten Monathe, welcher gewöhnlich nur 29 Tage hat, der 30te Tag hinzugesetzet, daß folglich von den 30 Jahren, 19 von 354, und 11 von 355 Tagen sind. Es betragen also diese 30 Jahre 10631 Tage, daß also hier ein Mondenjahr von 354 Tagen 8 Stunden 48 Minuten vorausgesetzet wird, welches vom wahren Mondlaufe jährlich um 36 Sekunden, und in 2400 Jahren um einen Tag abweichet; dagegen hat man hierbey auf die Sonne gar keine Rücksicht genommen.

Zu den festen Mondjahren, bey welchen zugleich auf den Lauf der Sonne und des Mondes gesehen worden, gehören das **atheniensische** und das **jüdische Jahr**. Das gemeine atheniensische Jahr hatte 12 Monathe, welche mit

30

30 und 29 Tagen abwechselten, und nahm mit dem Neumonde nach dem Sommersolstitio seinen Anfang; zu diesen setzten sie anfänglich in einem Cykel von 8 Jahren dreymahl, nämlich zu Ende des 3ten, 5ten und 8ten Jahres einen Schaltmonath (mensis embolimaeus) von 3 Tagen hinzu, so daß das Schaltjahr aus 13 Monathen oder aus 384 Tagen bestand. Es hatten daher 8 Jahre 99 Monathe oder 2922 Tage, welcher Zeitraum zwar eben so lang als 8 Sonnenjahre, jedes zu 365 Tagen 6 Stunden, allein um $1\frac{1}{2}$ Tag kürzer als 99 Mondumläufe sind, jeden zu 29 Tagen 12 Stunden 44 Minuten gerechnet. Dieserwegen führten **Meton** und **Euctemon** den Cykel von 19 Jahren ein, welchen sie 235 Monathe, 125 von 30, und 110 von 29 Tagen gaben, so daß das 3te, 6te, 8te, 11te, 14te, 16te und 19te Jahr Schaltjahre von 13 Monathen waren, die übrigen aber 12 Monathe behielten. Dieser Cykel hat also 6940 Tage; 19 Sonnenjahre aber haben 6 Stunden, und 235 Mondumläufe $7\frac{2}{3}$ Stunden weniger. Dieß gab dem **Kalippus** Veranlassung, von dem letzten Schaltmonathe des vierten 19jährigen metonianischen Cykels noch einen Tag wegzulassen, wodurch alsdann diese 76 Jahre oder 940 Monathe eben so viel als 76 julianische Jahre ausmachten, und um $6\frac{2}{3}$ Stunden größer als 940 Mondumläufe wurden. Da aber der synodische Monath eigentlich um 2 Sekunden länger ist, als vorhin ist angegeben worden, so gehen von diesen $6\frac{2}{3}$ Stunden noch 2.940 Sekunden oder 31 Minuten ab, daß folglich die Periode des Kalippus vom Laufe der Sonne eben so weit als das julianische Jahr, und vom Laufe des Mondes um 6 Stunden 9 Minuten in 76 Jahren abweicht.

Das jetzige Jahr der Juden ist ebenfalls ein festes Jahr, bey welchem zugleich auf den Lauf der Sonne Rücksicht genommen ist. Es besteht dieses aus 12 Monathen, welche mit 30 und 29 Tagen abwechseln. Das Schaltjahr aber hat 13 Monathe, und der Schaltmonath von 30 Tagen wird zwischen dem 6sten und 7ten Monath eingeschaltet. Es fängt sich dieses Jahr mit dem ersten Neumonde nach der

Herbstnachtgleiche an. Hierbey gebrauchen die Juden einen Cykel von 19 Jahren, in welchem das 3te, 6te, 8te, 11te, 14te, 17te und 19te Schaltjahre sind. Unter ihren gemeinen und Schaltjahren kommen aber auch solche vor, welche einen Tag mehr oder weniger, als die gewöhnlichen haben, so daß der Cykel von 19 Mondjahren, in welchem sie 235 Monathe zählen, um 1 Stunde und 485 Helakim, d. i. 1080 Theile der Stunde kürzer ist, als der julianische Mondcykel.

M. s. *Wolfii* elementa matheseos vniuersae. Tom. IV. elemen. chronolog. *Montucla* histoire des mathematiques. P. I. lib. III. no. XIII sq.

Jahreszeiten (quatuor anni tempora, saisons). Hierunter versteht man die vier Theile, in welche das Jahr in Rücksicht der Stellung der Erde gegen die Sonne, besonders von den Bewohnern der gemäßigten Zonen, eingetheilet wird. Sie heißen, wie bekannt, Frühling, Sommer, Herbst und Winter.

Wenn die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn in das Zeichen des Widders tritt, folglich aus der südlichen Halbkugel in die nördliche übergehen will, so hebt sich bey den Bewohnern der nördlichen gemäßigten Zone der Frühling, bey den Bewohnern der südlichen gemäßigten Zone aber der Herbst an. Von dieser Zeit steigt die Sonne in ihrer Bahn immer höher, dadurch wächst die Mittagshöhe derselben, und die Tage werden länger; auch fallen die Sonnenstrahlen weniger schief auf, und es nimmt die Wärme zu. Dieser Erfolg dauert so lange, bis die Sonne in den Krebs getreten, ihre Mittagshöhe so wohl als die Tageslänge am größten geworden ist, und ihre Strahlen die starke Hitzen verursachen; man sagt alsdann, es sey Sommer. Nunmehr kehrt die Sonne von Tage zu Tage wieder nach dem Aequator zurück, die Mittagshöhe und die Tageslänge werden wieder kleiner, und ihre Strahlen in Ansehung der Erwärmung geringer. Ist nun die Sonne bis zum Aequator wieder zurückgekehret, oder in die Wage getreten, so haben wir alsdann Herbst. Von dieser Zeit an geht sie in die südliche Halbkugel über, ihre

ihre Mittagshöhe wird immer kleiner, die Tageslänge geringer, und die Sonnenstrahlen werden weniger erwärmend, bis zu dem Eintritte der Sonne in den Steinbock, wo sich der Winter anfängt, und wo sie die kürzeste Mittagshöhe und die geringste Tageslänge bey uns gibt. Die südliche gemäßigte Zone hat alle Mahl die entgegengesetzten Jahreszeiten.

In den ländern der kalten Zonen gibt es zur Zeit des Frühlings Tage bis in Sommer hinein, wo die Sonne gar nicht untergehet; mithin haben alsdann die Bewohner dieser länder einen beständigen Tag und beständigen Frühling; im Gegentheil fängt im Herbst eine beständige Nacht an, welche bis in Winter dauert.

Was die heiße Zone betrifft, so läßt sich daselbst die Eintheilung der Jahreszeiten nicht anwenden. Allen Oertern dieser Zone geht die Sonne jährlich zweymahl durch den Scheitel, und ist auch von denselben zweymahl am weitesten entfernet. In dieser heißen Zone fällt gerade zu der Zeit, wo die Sonne am höchsten stehe, und wo eigentlich Sommer seyn sollte, ein beständiger Regen ein; zu der Zeit hingegen, an welcher die Sonne am niedrigsten stehet, pflegt es daselbst am heitersten zu seyn.

Die Abwechselungen der Jahreszeiten ist eine Folge davon, daß die Ekliptik den Aequator unter einem Winkel von 28½ Grad schneidet. Fiele die Ekliptik mit dem Aequator zusammen, so würden zu allen Zeiten Tag und Nacht gleich seyn, und an allen Orten vorzüglich der gemäßigten Zonen ein immerwährender Frühling herrschen. Es haben aber die Beobachtungen gelehret, daß die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn nicht gleiche Theile in gleichen Zeiten zurückleget, folglich müssen auch selbst die Jahreszeiten von verschiedener länge seyn. So dauert bey uns der Frühling und Sommer ungefähr 186, Herbst und Winter 179 Tage.

Die abwechselnden Veränderungen von Wärme, Hitze und Kälte hängen größtentheils von der Sonne ab, allein lokale Umstände machen hierin eine große Verschiedenheit. So ist z. B. in gebirgigen Gegenden mehrentheils eine

größere

größere Kälte, als in mehr ebenen, obgleich auch noch andere zufällige Umstände Abänderungen bewirken können.

Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg §. 600, 622, 770.

Idioelektrisch s. elektrische Körper.

Imprägnation (impraegnatio, impregnation) bedeutet eben so viel als Auflösung, und wird besonders von Auflösungen der Salze und der Gasarten im Wasser und andern tropfbaren Flüssigkeiten gebrauchet. So heißt Wasser mit Salz imprägniret eben so viel, als Wasser, in welchem eine Quantität Salz ist aufgelöset worden; Wasser mit einer Gasart imprägniret, so viel, als Wasser, welches eine Menge Wasser in sich genommen hat u. s. f. Geräthschaften zur Imprägnation des Wassers mit verschiedenen Gasarten s. m. parkersche Maschine.

Inbegriff s. Volumen.

Inclination s. Neigung.

Incrustation (incrustatio, incrustation). Es gibt einige Wasser, welche fremdartige, erdige, kiesige und salzige Theile mit sich führen, die sie an die Oberfläche anderer mit ihnen in Berührung kommender Körper absetzen, und diese auf solche Weise mit einer harten steinähnlichen Rinde überziehen. Man heißt alsdann den so überzogenen Körper so wohl, als auch diesen Vorgang selbst eine Incrustation, obgleich der Körper richtiger ein Incrustat oder vielmehr incrustirter Körper heißen sollte.

Die gewöhnlichsten Incrustationen, welche man antrifft, sind kalkartig, weil sich die Kalkerde am leichtesten mit dem Wasser vermischt, und an andere Körper wieder absetzt. So bilden sich in unterirdischen Höhlen durch das Herabtröpfeln des mit Kalkerde vermischten Wassers die so genannten Stalactiten oder Tropfsteine, welche mit der Zeit durch die Incrustation besondere Gestalten annehmen, und zuletzt damit ganze Höhlen ausfüllen können. M. s. Höhlen, unterirdische. Eben so werden in den Gradirhäusern die Reiser, durch welche die Salzsole tröpfelt, oder auch andere Körper, welche hineingeleget werden, mit einer kalkartigen

und

und salzigen Cruste überzogen. Die warmen Quellen, welche besonders wegen ihrer Wärme viele fremdartige Materie auflösen, besitzen vorzüglich die Eigenschaft, andere Körper zu incrustiren.

Indifferenzpunkt (punctum indifferentiae, point d'indifférence). Herr Brugmanns [a]) hat diesen Nahmen einem Punkte eines stählernen oder eisernen Stäbchens gegeben, an welchem der Magnet, womit es bestrichen wird, stehen muß, wenn das eine Ende des Stäbchens gar keine Polarität zeigen soll.

Wenn man nämlich eine dünne Stange von Eisen oder Stahl an dem einen Ende, z. B. mit dem Nordpol eines starken Magnets berühret, so erhält dieses Ende eine südliche, gegen das andere Ende des Stabes hin aber eine nördliche Kraft. Führt man aber den Magnet (fig. 1.) längs des Stäbchens von a nach c hin, so erhält am Ende c die südliche und a die nördliche Kraft. Herr Brugmanns kam daher auf den Gedanken, weil während des Hinstreichens des Magnets das Ende a seine magnetische Kraft ändert, und aus der südlichen in die nördliche übergehet, daß zwischen a und c irgendwo ein Punkt m liegen müsse, welcher weder nördliche noch südliche Polarität zeiget, sondern gegen beyde Pole des Magnets gleichgültig ist, mithin die südliche Spitze einer Nadel eben so wohl als die nördliche ziehet, wenn der Nordpol des Magnets, womit die Stange gestrichen wird, in m angekommen ist. Er fand dieß auch wirklich durch die Erfahrung bestätiget. War nämlich der Magnet in m, so zeigte a gar keine Polarität, indem c noch ein Nordpol war; rückte er aber den Magnet von m nach c zu weiter fort, so fing nun a an eine nördliche Polarität zu erhalten, und in c die nördliche Polarität abzunehmen. Kam er in n, so fand er ebenfalls das Ende c gegen die beyden

a) Tentamina philosophica de materia magnetica eiusque actione in ferrum et magnetem. Franeq. 1765. 4. Philosophische Versuche über die magnetische Materie, und deren Wirkung in Eisen und Magnet, übers. mit Zusätz. von Chr. Gotth. Eschenbach, Leipz. 1784. 8. S. 70. f.

beyden Pole des Magnets gleichgültig, und wenn er den Magnet von n nach c noch weiter fortrückte, so erhielt c eine südliche Polarität, welche am stärksten war, wenn er mit dem Magnet in c ankam. Diese beyden Punkte m und n nannte **Brugmanns** die **Indifferenzpunkte** oder die **Punkte der Gleichgültigkeit** für beyde Enden a und c. **Herr van Swinden** hat hierüber verschiedene Versuche angestellet, und einen dritten oder den so genannten **culminirenden Punkt** dazu gesetzet. M. s **Magnet.** Uebrigens finden sich diese Indifferenzpunkte bey allen Eisen und Stahlstäbchen, nur haben sie bey verschiedenen Dicken und Längen derselben andere Lagen, auch hat die Härte des Eisens und Stärke des Magnets Einfluß auf dieselbe

M. s. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre mit Anmerk. von **Lichtenberg.** § 570. b.

Inflammabilien s. **brennbare Materien.**

Inflexion s. **Beugung des Lichtes.**

Insekten, leuchtende, s. **leuchtende Körper.**

Intensität, Wirksamkeit, Energie (intensitas, efficacia, energia, intensité, énergie) Hierunter versteht man das Vermögen zu wirken, oder die Größe der Kraft, welche nicht von der Quantität der Materie, sondern von andern mitwirkenden Ursachen abhängt.

Wenn z. B. eine in einem Gefäße eingeschlossene Luft stark erhitzt wird, so vergrößert sich dadurch ihre Elasticität, und die Wände erleiden von innen nach außen einen größern Druck als vorher, und hier sagt man, daß die Intensität der Elasticität gößer geworden sey. Wenn ferner ein Körper erhitzt wird, so bewirken die Ausdehnung dieses Körpers nur diejenigen Wärmetheilchen, welche sich mit der Materie des Körpers verbinden, und welche folglich in Ansehung ihrer Expansivkraft geschwächt werden, wodurch nothwendig eine Verminderung der wärmeerzeugenden Kraft bewirket werden muß so daß sie bey gleicher Dichtigkeit nicht mehr die Stärke, d. i. Intensität der Hitze zeigen können.

Wenn

Wenn noch ferner zu einem Gewichte ein anderes hinzugesetzet wird, so wird dadurch zwar der Druck oder die Wirkung der Schwere vergrößert; allein man kann hier nicht sagen, die Intensität der Schwere sey größer geworden. Würde hingegen das Gewicht in die Gegenden um die Pole gebracht, so würde auch die Sollicität, gegen den Mittelpunkt der Erde sich zu bewegen, zunehmen, d. h. die Intensität der Schwere würde daselbst größer seyn u. s. f.

Von entgegengesetzten Kräften, welche auf einerley Masse oder Raum wirken, schwächt eine jede der andern ihre Intensität. Werden sie aber wieder von einander getrennt, so behält auch unter gleichen Umständen eine jede ihre vorige Intensität.

Jovilabium s. **Nebenplaneten.**

Irrlichter, Irrwische (ignes fatui, ambulones, feux follets) sind Lichter oder Flammen von verschiedenen Größen, welche man über sumpfigen Gegenden, Kirchhöfen, Schindangern, Mooren, und überhaupt über Oertern, wo Substanzen faulen, zur Nachtzeit in der Luft schweben sieht. Dergleichen Luftflammen nimmt man an solchen Oertern bald an dieser, bald an jener Stelle gewahr, und es scheint daher, als ob sie von einem Orte zum andern forthüpften. Dieß vorzüglich gab Anlaß zu dem Mährchen, daß sie denjenigen, der sie flöhe, verfolgten, denjenigen aber, der sie verfolgte, flöhen; imgleichen, daß sie sich von demjenigen, welcher fluchte, entfernten, demjenigen aber, welcher betete, näherten. Der Aberglaube hat sie zu bösern Geistern gemacht, welche die Reisenden irre führten. Selbst einige Physiker haben keine vernünftigere Meinung davon geheget.

Am öftersten werden sie in warmen Ländern im Sommer und zu Anfange des Herbstes gleich nach dem Untergange der Sonne gesehen. Gewöhnlich haben sie die Größe einer Lichtflamme; die größern werden Irrwische genannt, und sollen in der Gegend um Bologna bisweilen eine Höhe von 12 Fuß erreichen.

Man hat bis jetzt die Natur der Irrlichter noch nicht genau genug untersuchet. Beschreibungen von einigen gesehenen Irrlichtern findet man beym Dechales [α]), Derham [β]), Shaw [γ]), Hanow [δ]) und anderen. Dechales erzählet, es habe Robert Fludd ein Irrlicht verfolget, zu Boden geschlagen und eine schleimige Materie, wie Froschleich gefunden. Derham nahm auf einem morastigen Grunde zwischen zwey felsigen Hügeln in einer dunkeln Nacht ein Irrlicht wahr, und näherte sich demselben bis auf drey bis 4 Ellen. Diese Erscheinung hüpfete um einen verdorrten Dornbusch herum, und flohe vor ihm, so wie er sich derselben noch weiter näherte. Es war ein einziger zusammenhängender Lichtkörper, den er für einen feurigen Dunst hielt.

Herr Chladni [ε]) nahm im Jahre 1781 in der Dämmerung an einem warmen Herbstabende, kurz nach einem Regen, eine den Irrlichtern ähnliche Erscheinung im großen Garten bey Dresden wahr. Viele leuchtende Punkte hüpften im nassen Grase nach der Richtung des Windes; einige setzten sich auch an die Räder des Wagens. Bey Annäherung flohen sie, so daß es schwer ward, sie zu erhaschen: die aber Herr Chladni faßte, waren kleine gallertartige Massen, wie Froschleich. Sie hatten weder merklichen Geruch noch Geschmack, und mochten nach Herrn Chladni's Urtheile verfaulte Pflanzentheile seyn.

Bey den bisher so wenig angestellten Beobachtungen über die Irrlichter läßt sich auf keine Weise ihre Natur mit Gewißheit bestimmen, und alles, was davon ist gesaget worden, läuft nur auf Muthmaßungen hinaus.

Verschiedene Naturforscher, besonders Willoughby und Ray haben geglaubet, daß diese Irrlichter von leuchtenden Insekten herrührten; allein ohne alle wahrscheinliche Gründe

α) Mund. mathem. Tom. IV.
β) Philosoph. transact. Vol. XXXVI. n. 411.
γ) Travels etc. Lond. 1738. 4. p. 334.
δ) Physica dogmatica. Tom. II. p 233.
ε) Ueber den Ursprung einiger Eisenmassen u. s. f. Leipz. 1794. gr. 4. S. 27.

Gründe für diese Meinung. **Newton** [α]) nennt sie leuchtende Dünste ohne Hitze, und glaubt, daß zwischen diesen Dünsten und einer Flamme eben ein solcher Unterschied sey, wie zwischen Holze, das ohne zu brennen leuchtet, und einer glühenden Kohle. Nach dem Urtheile der Antiphlogistiker sind sie gephosphortes Wasserstoffgas, welches aus faulenden thierischen und vegetabilischen Theilen entwickelt wird. Auch Herr **Hube** [β]) vermuthet, daß die Irrlichter auf ähnliche Art, wie das Leuchten faulender Fische, aus faulenden Dämpfen entstehen, welche sich in der Luft erheben und ohne Wärme leuchten; übrigens dauerten sie zu lange, als daß sie wirklich brennen sollten.

Auch ist es möglich, daß an dieser Erscheinung die Elektricität einigen Antheil haben kann, und unfehlbar rühren manche Erscheinungen dieser Art, welche man für Irrwische gehalten hat, von der Elektricität her. Nach **Volta** [γ]) Muthmaßung entstehen die Irrlichter von der aus morastigen Oertern aufsteigenden brennbaren Sumpfluft, welche durch die Vermischung mit atmosphärischer Luft entzündet werden kann. Dergleichen durch einen elektrischen Funken entzündet gebe nämlich eine bläuliche Flamme, welche dem Scheine der Irrlichter ziemlich ähnlich sey. Nur ist es nach dieser Muthmaßung nicht ganz einzusehen, durch welche Naturoperation ein elektrischer Funke entstehe, welcher die aus den Sümpfen aufsteigende Luft anzünden könne. Nach **Reimarus** [δ]) können die Irrwische und Irrlichter deßwegen nicht elektrisch seyn, weil ihr Licht zu matt wäre. Am wahrscheinlichsten scheint die Meinung der Antiphlogistiker zu seyn, wenigstens läßt sich hieraus das Leuchten und die Selbstentzündung sehr leicht denken.

Ein

α) Optice. lib. III. quaest. 10. p. 294.
β) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Th. II. Leipz. 1793. 8. 45. Brief S. 351.
γ) Lettere sull' aria inflammabile natiua delle paludi. Como 1776. 8.
δ) Vom Blitze. §. 100. u. 168.

Ein Phänomen, welches unfehlbar elektrischen Ursprungs war, wird vom Herrn von Trebra *) erzählet. Am 5ten September 1783 Abends um 10 Uhr erschien nämlich zu Zellerfeld ein Schein einer Gluth am Himmel, welcher bald stärker, bald schwächer und blässer ward, und nach einer kurzen Zeit wieder aufhörte. Nicht lange darnach schossen wieder von Abend her matte Flammen, wie beym Nordlichte, nur tiefer in der Atmosphäre, auf, welche immer heller wurden und sich mehr näherten, bis in einem Augenblicke das ganze Haus des Herrn von Trebra völlig erleuchtet ward. So flammte es einige Minuten lang, wie ein stillstehender Bliß, und entfernte sich hernach auf einige hundert Schritte, wo es so lange stand, daß er es hinlänglich beobachten konnte. Das meiste Licht befand sich nahe an der Erde, welches sich ziemlich, wenigstens bis zum orangefarbenen, röthete. Sein Umfang mochte etwa 20 Schritte seyn, und auf diesem war alles so hell, daß man Kleinigkeiten auch in der Ferne sehen zu können glaubte. Von diesem Orte aus strahlte das immer schwächer werdende gelbe, bis zum ganz weißen Lichte in noch größerer Entfernung von der Erde, mit bogenförmiger Erweiterung des Umfanges in die Höhe, und erleuchtete den angrenzenden Nebel zwar bis auf eine ziemliche Höhe von der Erde, aber doch nicht ganz durch; indem oben drüber völlige Dunkelheit war. Auf diese Weise stand der lichtflammende Schweif einige Minuten lang, schwang sich hernach mit abwechselndem Dunkel weiter gegen Mittag hin, und zog, nachdem er sich hier auch einige Minuten verweilet hatte, in große Entfernung auf den Ort, wo es zuerst als Schein einer rothen Gluth am Himmel war beobachtet worden. Endlich verschwand hier dieses Phänomen, kam aber nach einer halben Stunde wieder, und dauerte bis gegen 1 Uhr des Nachts fort. Am Tage vorher war das Barometer sehr stark gefallen und die Witterung kalt und sehr regnig gewesen.

Selbst

*) Beyträge zu den elektrischen Erscheinungen; im deutschen Merkur. Oct. 1783.

Selbst während der Erscheinung regnete es, und der Wind ging mäßig aus Abend.

Musschenbroek [*]) hat unter dem Nahmen ambulones incendiarii brennende Irrwische angeführet, welche vor Zeiten in der Gegend von Lüttich, und auch nachher in Holstein, Frankreich und Italien Häuser angezündet, und andere Verwüstungen angerichtet haben sollen; allein wahrscheinlich waren dieß keine wirklichen Irrwische, sondern vielmehr ausgebrochene unterirdische Erdbrände.

M. s. Priestley Geschichte der Optik durch Klügel. S. 419 f.; *van Musschenbroek* introductio ad philosophiam naturalem. Tom. II. §. 2507.

Irrstern s. Planeten.

Irrwische s. Irrlichter.

Isländischer Krystall s. Krystall, isländischer.

Isochronisch (isochrona, isochrones). Diese Benennungen erhalten Wirkungen, welche gleich lang dauern, oder in gleich langen Zeiten erfolgen. So sagt man, daß die Schwingungen eines Pendels isochronisch sind, wenn es bey einerley Länge durch gleich große Bogen schwingt.

In der höhern Mathematik versteht man unter isochronisch-paracentrischen Linien diejenigen krummen Linien, in welchen sich ein von einer Kraft getriebener Körper einem gegebenen Punkte in gleichen Zeiten gleich viel nähert, oder von demselben entfernet. Für die freye Centralbewegung ist die hyperbolische Spirallinie eine solche krumme Linie, in welcher ein Körper sich beweget, wenn sich die Centripetalkraft umgekehrt, wie der Würfel der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte verhält. Die Fragen von diesen Linien hat Leibnitz [β]) zuerst in die Mechanik eingeführet, nachdem er sie schon im Jahre 1687 einem Vertheidiger der cartesianischen Physik, dem Abt Catelan aufgegeben hatte.

 Man

*) Introduct. ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2508.
β) Acta erudit. Lips. 1689. p. 195.

Man nennt sie auch curuae accessus et recessus aequabilis. Besonders handelt Euler a) von ihnen.

Isoliren (insulare, corporibus idioëlectricis circumdare, isoler). Einen Körper isoliren, heißt, ihn von aller Verbindung mit leitenden Körpern ausschließen, oder selbigen mit lauter Nichtleitern umgeben. Wenn die Luft kein Nichtleiter wäre, so würden wir überhaupt gar keine elektrischen Erscheinungen wahrnehmen können; befindet sich also ein Körper schwebend in einer trocknen und reinen Luft, so ist er schon an sich isoliret. So wird ein Mensch isoliret, wenn er sich auf einen Harz- oder Pechkuchen stellet. Ein metallener Cylinder, welcher in trockener und reiner Luft durch seidene Schnüren aufgehängt, oder auf gläsernen Füßen aufgestellet worden u. s. f., ist isoliret, weil er bloß mit Nichtleitern umgeben, und mit keinem Leiter in Berührung oder Verbindung ist. Weil die feuchte und auch die auf einen hohen Grad verdünnte Luft stark leitet, so kann auch ein Körper in selbiger nicht gehörig isoliret werden, und eben daher gehen auch in ihr die elektrischen Versuche entweder sehr schlecht oder gar nicht von Statten.

Wenn man Elektricität in einem ziemlich hohen Grade haben will, so muß nothwendig ein Leiter, in welchem sich die aus dem elektrisirten Nichtleiter mitgetheilte Elektricität ansammeln kann, isoliret seyn, weil er sonst die erhaltene Elektricität den mit ihm verbündenen Leitern abgeben, und zuletzt der Erde zuführen würde. Hieraus sieht man ein, daß der erste Leiter oder Conduktor an der Elektrisirmaschine isoliret seyn müsse. Ueberhaupt ist es vortheilhaft, alle wesentliche Stücke an der Elektrisirmaschine zu isoliren, weil man alsdann nach seiner Absicht sowohl positive als negative Elektricität sich sehr leicht verschaffen kann, besonders wenn mit dem Reibzeuge ein Conduktor in Verbindung ist. Will man nämlich starke positive Elektricität, so hebt man die Isolirung des Reibzeuges oder des damit in Verbindung stehenden

a) Mechanica s. motus scientia. Tom. II. Petrop. 1736. 4. prop. 28-30.

den Conduktors durch eine von selbigem bis zum Fußboden herabhängende Kette auf; verlangt man aber starke negative Elektricität, so verbindet man den ersten Leiter der Maschine durch diese Kette mit dem Fußboden und läßt das Reibzeug oder den damit verbundenen Conduktor isoliret. Ueberhaupt wird die Isolirung, wenn es nöthig ist, sehr leicht wieder aufgehoben, wenn man die angehängte Kette entweder ganz wegnimmt, oder sie außer der Verbindung mit Leitern bringt.

Eben so muß auch ein Mensch, wenn er elektrisiret werden soll, isoliret seyn. Hierzu bedienet man sich zu mehrerer Bequemlichkeit der isolirenden Stative oder Sessel (insulatoria, isoloirs). Diese sind Breter mit Glasfüßen oder Pech- oder Harzkuchen, auf welche man sich bequem stellen oder setzen kann. Bey der positiven Elektricität wird alsdann der Mensch mit dem ersten Leiter der Maschine, und bey der negativen mit dem Reibzeuge oder dessen Conduktor durch einen Leiter verbunden. Nur ist noch zu bemerken, daß alle die zum Isoliren bestimmten Geräthschaften stets trocken müssen erhalten werden, weil alle anklebende Feuchtigkeit leitet, und der Absicht entgegen ist. Es bleibt daher immer vortheilhaft, das Glas, welches zum Isoliren gebrauchet wird, mit Harz zu überziehen.

Julianisches Jahr s. Jahr.

Julianischer Kalender s. Kalender.

Julianische Periode s. Periode.

Jupiter (Iupiter) ist einer von den Planeten unseres Sonnensystems, welcher sich eben so, wie alle übrige Planeten, von Abend gegen Morgen durch die Fixsterne hindurch beweget. Seine Bewegung erfolget in einer Bahn, welche um die Erde und um die Sonne sich erstrecket; dieserwegen er auch einer von den obern Planeten ist, der nie unter der Sonne gesehen werden kann. Vor seiner Opposition mit der Sonne, wenn er von ihr ungefähr 128 Grade entfernet ist, wird seine Bewegung rückläufig, und nimmt bis zum Augenblicke der Opposition an Geschwindigkeit zu; nachher

wird sie langsamer und wieder rechtläufig, wenn der Planet, bey seiner Wiederannäherung zur Sonne, ihr wieder bis auf 128 Grade nahe gekommen ist. Die Dauer dieser rückläufigen Bewegung beträgt ungefähr 121 Tage, und der Bogen des Rücklaufs 11 Grade; aber es finden sich merkliche Unterschiede in Absicht auf die Weite und Dauer verschiedener Rückläufe Jupiters. Im Gegenschein mit der Sonne ist sein scheinbarer Durchmesser am größten, nimmt hiernächst bis zur Zusammenkunft mit der Sonne ab, und wächst von da wieder bis zum Gegenschein; folglich ist er im ersten Falle der Erde näher und im andern weiter davon entfernet. Jupiter ist nach der Venus der glänzendste Planet; ja zuweilen übertrifft er sogar diese noch an Helligkeit.

Die Bahn des Jupiters hat bald südliche bald nördliche Breite, und schneidet daher die Ekliptik in zwey Punkten, den so genannten Knoten. Die Ebene der Bahn macht mit der Ebene der Ekliptik einen Winkel von 1° 19′ 26″, und die Knoten bewegen sich jährlich um 1″ zurück. Von der Sonne aus gerechnet ist Jupiter der fünfte Planet, und seine Bahn fällt daher zwischen die Bahnen des Mars und des Saturnus.

Nimmt man die Entfernung der Erde von der Sonne = 1 an, so ist nach Herrn de la Lande die größte Entfernung des Jupiters von der Sonne = 5,45375 die mittlere Entfernung = 5,20098, die kleinste Entfernung = 4,94823 und die Eccentricität seiner Bahn = 0,25277. Weil solchergestalt die Eccentricität der Jupitersbahn nicht sehr beträchtlich ist, so läßt sich diese bey ungefähren Vorstellungen als einen Kreis betrachten, dessen Halbmesser etwa fünf Mahl größer ist, als der Halbmesser der Ekliptik oder der Erdbahn. Die tropische Umlaufszeit des Jupiters beträgt 4330 Tage 8 Stunden 58 Minuten 27 Sekund., oder ungefähr 11 Jahre 315½ Tage, so daß er im Durchschnitt genommen jährlich 30° 20′ 31″ und täglich 4′ 59″ 16‴ seines Kreises zurückleget. Nimmt man nun an, daß der Halbmesser der Jupitersbahn fünf Mahl größer als der Halbmesser der Erd-

bahn

bahn ist, und bestimmt daraus die Größe derselben, so läßt sich alsdann auch sehr leicht berechnen, daß er in jeder Zeitsekunde 3 Stunden Weges durchläuft.

Wenn also die Erde ihre ganze Bahn vollendet, so durchläuft Jupiter nur einen Theil seiner Bahn, und daraus wird es begreiflich, daß Jupiter auf der Erde geradläufig erscheint, wenn er in Conjunktion mit der Sonne ist, rückgängig, wenn er mit der Sonne im Gegenschein ist, und stillstehend, wenn er von der Sonne um den vierten Theil des Himmels entfernet ist. Es sey nämlich (fig. 2.) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 die halbe Erdbahn um die Sonne, und Jupiter vollende unterdessen den Theil von a bis g seiner Laufbahn, wenn die Erde die Hälfte ihrer Laufbahn durchläuft; ist nun die Erde in 1 und Jupiter in a, so erscheinet er aus 1 in A, aus 2 in B, aus 3 in C, aus 4 in D, aus 5 in E, aus 6 in F und aus 7 in G. Wenn man sich aus der Sonne f nach 5 eine gerade Linie vorstellet, so ist der Winkel E 5 f ein rechter Winkel, mithin ist Jupiter in diesem Falle von der Sonne um den vierten Theil des Himmels entfernet, und scheinet daher etwas stille zu stehen, in 6 aber ist der Winkel F 6 f stumpf, und in 7 ist Jupiter mit der Sonne gerade im Gegenschein, und scheint daher rückgängig.

Durch Hülfe sehr stark vergrößernder Fernröhre hat man auf dem Jupiter dunkele Flecken, und besonders Streifen von veränderlicher Gestalt, wovon hernach noch geredet werden soll, beobachtet. Aus der regelmäßigen Bewegung dieser Flecken hat Cassini auf die Umdrehung dieses Planeten um seine Axe geschlossen, welche binnen 9 Stunden 56 Minuten erfolgen soll; wobey sein Aequator mit der Ebene seiner Bahn um die Sonne einen Winkel von 3° macht. Diese so schnelle Umdrehung bey seiner beträchtlichen Größe, wo jeder Punkt seines Aequators 6550 Toisen in einer Zeitsekunde zurückleget, hat bey den Polen seiner Umdrehung eine merkliche Abplattung zu Wege gebracht. Durch sehr genaue Messungen hat man gefunden, daß sein Durchmesser in

der Richtung der Pole sich zum Durchmesser seines Aequators wie 13 zu 14 verhalte.

In der Erdnähe, wenn er mit der Sonne in Opposition ist, beträgt sein scheinbarer Durchmesser 49″, in den mittleren Entfernungen aber nur etwa 37″. In derjenigen Entfernung, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, würde er 5,20098 Mahl größer, d. i. 3′ 13″ 25‴ groß erscheinen; in eben dieser Entfernung aber erscheinet der Sonnendurchmesser 31′ 57″, d. i. beynahe 10 Mahl größer. Hieraus läßt sich also schließen, daß Jupiter im Durchmesser fast 10 Mahl kleiner, als die Sonne, mithin etwa $11\frac{1}{4}$ Mahl größer als die Erde sey. Es wird also der körperliche Raum des Jupiters etwa 1479 Mahl größer als der unserer Erdkugel seyn. Aus den unter dem Artikel, Gravitation, angeführten Gründen erhellet nun, daß Jupiter 340 Mahl mehr Masse, als unsere Erde habe, daß folglich Körper in gleicher Entfernung 340 Mahl stärker gegen den Jupiter als gegen die Erde gravitiren; mithin beträgt seine Dichtigkeit etwa $\frac{340}{1479}$ oder ungefähr $\frac{23}{100}$ von der Dichtigkeit der Erdmasse, und die Körper fallen auf seiner Oberfläche in einer Sekunde durch $\frac{340}{11{,}25^2}$. 15,1, d. i. etwa durch 40 Fuß.

Die geringste Entfernung des Jupiters von der Erde findet alsdann Statt, wenn er mit der Sonne in Opposition, zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne ist; alsdann beträgt diese Entfernung, wenn man den mittleren Abstand der Erde von der Sonne = 1000 setzt, 4949 — 1017 = 3932 solcher Theile; die größte Entfernung hingegen hat Statt, wenn er mit der Sonne in Conjunktion, zugleich in der Sonnenferne, und die Erde ebenfalls in der Sonnenferne ist; diese Entfernung beträgt also 5453 + 1017 = 6470 Theile, wovon jeder etwa 12 Erddurchmesser enthält. Es verhält sich also die kleinste Entfernung des Jupiters von der Erde zur größten beynahe wie 40 : 65 oder wie 8 : 13; daher auch sein Durchmesser bald größer bald kleiner erscheinet.

Um

Um den Jupiter beobachtet man vier kleine Sterne, die ihn ohne Aufhören begleiten, und daher seine Trabanten oder Monde heißen. M. s. **Nebenplaneten.** Die Verfinsterungen dieser Monde haben unläugbare Beweise gegeben, daß sie sowohl als auch Jupiter dunkele Körper sind, welche von der Sonne erleuchtet werden. Wenn diese Trabanten zwischen die Sonne und den Jupiter treten, so verursachen sie auf dem Jupiter eine wahre Sonnenfinsterniß, welche der völlig ähnlich ist, die der Mond auf der Erde bewirket.

Die **Streifen** oder **Banden**, welche man durch Hülfe guter Fernröhre auf Jupiters Oberfläche bemerket, sind von veränderlicher Gestalt und Lage. Sie sind mehrentheils unter einander selbst, und mit dem Aequator der Umdrehung parallel, und wurden im Jahre 1633 von **Fontana**, und nachher von **Hevel**, **Riccioli**, **Grimaldi**, **Cassini**, **Maraldi** [α]) und anderen sehr fleißig beobachtet. Im Jahre 1664 fand Campani vier dunkele und zwey helle Streifen; im Jahre 1691 sahe man 7 oder 8, und öfters sind weniger zu unterscheiden. Herr Oberamtmann **Schröter** [β]) in Lilienthal hat sie durch ein siebenfüßiges herschelisches Teleskop mit 140 bis 210 facher Vergrößerung beobachtet. Er hält sie für abwechselnde Verdickungen und Aufheiterungen in der Atmosphäre des Jupiters, welche sich aus einem beständigen Zuge in selbiger erklären lassen. Ihre Umlaufsbewegung ist veränderlich, und fällt zwischen die Grenzen von 7 Stunden 7 Min. und 9 Stunden 56 Minuten. Es ist folglich ihre Lage gegen die Oberfläche des Jupiters veränderlich, und sie bewegen sich schneller, wenn der Zug in der Atmosphäre stärker ist. Nach der Vermuthung des Herrn **Herschel** [γ]) sind die dunkeln Streifen im Jupiter Theile der Oberfläche desselben selbst, das Helle hingegen atmosphärische Produkte.

α) Anciens mémoir. de l'Acad. des scienc. Tom. II. p. 104. Tom. X. p. 1. 513. 707.; mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1699. 1708. 1711.

β) Beyträge zu den neuesten astronom. Entdeckungen; herausg. von Bode. Berlin 1788. 8.

γ) Philosoph. transact. for 1793. Vol. LXXXIII. P. II.

Daraus ließe sich erklären, warum in den Hellen keine beständigen Flecken gesehen werden. Nach la Place *) leiten die Veränderungen einiger auf dem Jupiter beobachteten Flecken, und die merklichen Unterschiede in der Dauer der Umdrehungen, welche sich aus ihren Bewegungen ergeben, auf die Vermuthung, daß sie nicht an dem Jupiter selbst haften. Vielmehr scheinen sie ihm eben so viel Wolken zu seyn, welche die Winde in einer stark bewegten Atmosphäre mit verschiedenen Geschwindigkeiten forttreiben.

M. s. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde an verschiedenen Stellen.

Jupitersmonden s. Nebenplaneten.

K.

Kälte (frigus, froid). Unser Körper enthält, so lange wir leben, eine Quelle zur Wärme in sich, d. h. es wird während seines Lebens gebundener Wärmestoff beständig zum freyen gemacht, welcher sich dem Körper mittheilet, und den Antheil ersetzet, den wir nach den Gesetzen der Verbreitung des Wärmestoffs beständig an die uns umgebenden Mittel absetzen. Wenn nun ein anderer uns berührender Körper in einerley Zeit mehr Wärmestoff von uns empfängt, als er uns mittheilet, so nennen wir ihn kalt. Kälte ist also nichts weiter, als die Empfindung, welche in uns erreget wird, wenn wir Körper berühren, die uns weniger Wärme mittheilen, als sie von uns erhalten. Es zeiget also die Kälte einen Mangel von Wärme an, und zeigt daher nichts Positives, sondern etwas Negatives an. Es ist nämlich ganz unnöthig, wie sonst einige Physiker gethan haben, eine eigene kaltmachende Materie anzunehmen, von deren Daseyn uns gar keine Erfahrung überzeuget, weil wir im Stande sind, alle mögliche Erscheinungen bey der Kälte bloß aus der Abwesenheit der Wärme begreiflich zu machen. Uebrigens erhellet ganz leicht, daß der Begriff der Kälte relativ ist, indem wir unser Gefühl in Ansehung unserer eigenen Wärme

*) Darstellung des Weltsystems. aus dem Franz. übers. v. Hauff. Th. I. Frankf. am Mayn 1797. 8. S. 54 f.

Wärme gleichsam als Maßstab der freyen Wärme aller uns umgebenden Körper betrachten. So nennen wir einen Körper kälter als den andern, wenn er uns weniger Wärme als der andere mittheilet, oder, wenn er uns mehr Wärme entziehet, als der andere. So ist z. B. in unsern Ländern das Eis kälter als das Wasser, obgleich das Wasser für uns auch kalt seyn kann. Auch kömmt uns die Luft nach schwülen Sommertagen durch ein Gewitter abgekühlet vor, ob sie gleich im Vergleich mit der Luft in strengen Wintertagen von uns als warm gehalten wird u. s. w.

Der gänzliche Mangel aller Wärme würde die Körper in einen Zustand versetzen, den wir die absolute Kälte nennen könnten. Allein in der Natur gibt es keinen solchen Zustand, weil die beständig vorhandene freye Wärme durch alle Körper sich gleichförmig zu verbreiten strebet.

Es entstehet also Kälte aus dem Mangel der freyen Wärme, es mag dieser Mangel entweder durch wirkliche Abwesenheit der Wärmematerie oder durch Bindung der freyen Wärme entstanden seyn. So kann also Mangel an sichtbarer Wärme oder Kälte entstehen, wenn die Wärme andern angrenzenden Körpern mitgetheilet, oder wenn sie zur Bildung anderer Körper verwendet wird, wie z. B. bey Verdünstungen, bey der Bildung des Wasserdampfes u. d. gl. So wird durch die Abwesenheit der Sonnenstrahlen die Luft in der Nacht kälter, als im Sommer. Ueberhaupt kann Kälte erfolgen durch Naturoperationen, entweder ohne unser Zuthun, oder indem wir Veranstaltungen treffen, welche die freye Wärme stark binden. Im ersten Falle nennt man die Kälte eine **natürliche**, **von selbst erfolgende**, im andern aber eine **künstliche** oder **gemachte Kälte**. Von letzterer wird der folgende Artikel handeln.

Was die Wirkungen der Kälte überhaupt betrifft, so sind sie denen der Wärme entgegengesetzet. So wie die Wärme alle Körper ausdehnet, und bey einem gewissen bestimmten Grade in den flüssigen Zustand versetzet, so bewirket gegentheils die Kälte ein Zusammenziehen, und verwandelt die

flüssigen Körper bey einem gewissen bestimmten Wärmegrade in feste. Alle feste Körper, auch nicht einer ausgenommen, werden durch die Kälte in einen engern Raum zusammengezogen. Auch bey flüssigen Körpern ist das Zusammenziehen derselben durch die Kälte ein allgemeines Phänomen; nur beym Gefrieren einiger flüssigen Materien scheint eine Ausnahme hiervon Statt zu finden, weil diese in einen größern Raum ausgedehnet werden; allein es ist dieß nicht Folge der Kälte, sondern anderer zugleich mitwirkender Ursachen. M. s. **Gefrierung.** Oele, Fettigkeiten, Wachs, geschmolzene Metalle werden durch die Kälte, selbst beym Gestehen noch zusammengezogen; das Eisen, der Schwefel und das Spiesglas aber machen hiervon eine Ausnahme, indem diese sich während des Ueberganges aus dem flüssigen Zustande in den festen ausdehnen; das Quecksilber hingegen ziehet sich beym Gefrieren in einen engern Raum zusammen.

In Ansehung der Dämpfe, bey welchen die Wärmematerie nur mechanisch wirket, bewirket die Kälte sogleich einen Niederschlag, und die durch die Wärme aufgelöseten Körper fallen in ihrer vorigen tropfbaren Form nieder, worin sie auch gefrieren, wenn die Kälte dazu hinreichend ist; bey den Gasarten hingegen, bey welchen die Wärmematerie einen chemischen Bestandtheil ausmacht, hat die Kälte allein die Wirkung, daß sie diese in einen engern Raum zusammenziehet, aber nicht ihrer elastischen Form beraubet, und eben hierin bestehet der wesentliche Unterschied zwischen den Dämpfen und den Luftarten.

Der Luftkreis unserer Erde ist besonders der Wirkung einer abwechselnden Wärme und Kälte ausgesetzet. Hiervon sind die Ursachen nicht allein in den zu verschiedenen Jahreszeiten unter verschiedenen Winkeln auffallenden Sonnenstrahlen, sondern auch selbst in andern lokalen Umständen aufzusuchen. So sind Länder und Gegenden viel kälter als andere, welche mit diesen unter einerley geographischen Breite liegen, und daher den Sonnenstrahlen in gleichem Maße ausgesetzet sind. Im Ganzen genommen bleibt es aber ausgemacht,

gemacht, daß die Sonne in Rücksicht der verschiedenen Jahreszeiten den größten Einfluß habe, daß nämlich ihre Strahlen zur Winterszeit weniger erwärmend, als im Sommer, und daher im Winter jederzeit kältere Tage, als im Sommer sind. Die Lage der Oerter und Gegenden macht hier bloß einen merklichen Unterschied. Die Erfahrung lehret, daß ein Ort immer desto kälterer ist, je höher er über der Meeresfläche liegt; selbst in der heißen Zone finden sich Berge, welche mit einem immerwährenden Schnee bedecket sind; und überhaupt gibt es auf der Erdfläche in einer gewissen Höhe über der Meeresfläche eine Grenze, welche so kalt ist, daß ein beständiger Schnee und Eis daselbst sich befindet, nur ist diese Schneegrenze gegen die Pole zu viel niedriger, als unter der heißen Zone. Sonst suchte man die kältere Temperatur an höhern Orten daher herzuleiten, weil sich die daselbst befindliche dünne Luft nicht so stark erwärmen lasse, und weil der größte Theil der Wärme von den zurückgeworfenen Sonnenstrahlen auf der Erdfläche herrühre, welche die höhern Gegenden des Luftkreises nur in geringer Menge erreichten. Allein Herr de **Lüc** [α]) zeigt aus Beobachtungen des Herrn **Pictet** aus Genf, daß die Wärme des Erdbodens und die Zurückwerfung der Sonnenstrahlen sehr wenig Einfluß auf die Wärme der Luft haben, daß vielmehr die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Luft nicht allein von der Dichtigkeit derselben, sondern auch von der Beschaffenheit der Luftschichten und von der Menge der Wärmematerie, welche sie enthalten, abhänge; weil z. B. die untere Luftschichte, wenn sie mit vielen Dünsten angefüllet ist, unter gleichen Umständen sich weit stärker erwärmen läßt, als wenn sie rein ist. Gleichwohl glaubet **Kirwan** [β]), daß der größte Theil der Wärme der Atmosphäre von der Berührung und Mittheilung des Erdbodens herrühre

α) Briefe über die Geschichte der Erde. Th. II. S. 491 u. f.

β) An estimate of the temperature of different latitudes. Lond. 1787. 8. Deutsch von Dr. Kühn; im 3ten Theil der durch von Crell besorgten Kirwanschen Schriften. Auszug hieraus im gothaisch. Magazin. B. VI. St. 1. S. 256.

rühre. Da nun die Sonne jede Seite der Berge nur wenige Stunden lang und zwar mit schief auffallenden Strahlen bescheinet, und die dadurch bewirkte Wärme an den Bergspitzen von der von allen Seiten herkommenden Luft weit geschwinder als im platten Lande zerstreuet wird, so läßt sich daraus die Kälte auf den Bergen sehr leicht begreifen. Vorzüglich kalt sind auch waldige Gegenden, weil der Schnee und das Eis wegen der vielen Schatten später aufthauet. Selbst die Winde können eine starke Kälte im Luftkreise zu Wege bringen, wenn sie, wie z. B. bey uns die Nordwinde, kalte Luft in unsere Gegenden bringen.

Nach de la Metherie [α] bewirke vielleicht die Luft noch auf eine andere Art, daß die Wärme gleichsam in die Enge gebracht werde. Er glaubet nämlich, man könne behaupten, daß die Luft kein guter Leiter der Wärme sey; denn es gebe einige Erfahrungen, welche diese Meinung bestätigten; und wenn diese Voraussetzung Grund habe, so werde die Luft die Wärme, die sie enthalte, nicht wieder fahren lassen. Die Luft wirke in Hinsicht der Elektricität auf gleiche Weise; indem sie mache, daß die Körper, um deren Oberfläche herum sie sich angehäufet hat, ihre Elektricität behalten. Es habe also diese Ursache auf die Wärme, welche durch die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft in die Enge gebracht wird, viel Einfluß; denn die Wärmematerie strebe eben so, wie die elektrische, sich immer ins Gleichgewicht zu setzen. Der Herr de Saussüre [β]) führet einen Versuch an, welcher hierin einige Aufklärung geben kann. Er machte sich einen hölzernen Kasten, welcher innerlich mit doppelten Korkwänden, die schwarz gemacht worden waren und die Dicke eines Zolles hatten gefüttert war; er verschloß diesen Kasten mit drey Eisscheiben, die sehr durchsichtig und so über einander gebracht waren, daß zwischen denselben ein Raum von $1\frac{1}{2}$ Zoll übrig blieb, er trug dann diese Vorrichtung am 16. Jul. 1774. auf den Gipfel des Cramont, dessen

α) Theorie der Erde a. d. Franz. übers. Th. II. Leipz. 1797. S. 131.
β) Reise durch die Alpen. §. 932.

dessen Höhe 1403 Toisen beträgt; die Wärme concentrirte sich bis zu dem Punkte, daß das Thermometer am Boden des Kastens bis auf 70 Grad stieg, obschon die äußere Temperatur nur 5 Grad betrug. Herr Dücarla hat diesen Versuch mehrere Mahl wiederhohlt, er brachte verschiedene cylinderförmige Glocken, deren Gipfel rund war, über einander, und die Wärme, die auf diese Art entstand, war so groß, daß er mittelst derselben Wachs schmelzen konnte. Es können also die Schichten der atmosphärischen Luft eben die Wirkung, welche die Gläser äußern, hervorbringen, und können eben so gut wie diese, eine Verdichtung der Wärme zu Wege bringen.

Zu den Zeiten Fahrenheits war man der Meinung, daß die stärkste natürliche Kälte sich nicht über den künstlichen Frostpunkt, welcher durch Eis mit Salmiak vermischt bestimmt wird, erstrecke. Dieser Grad der Kälte sollte im Jahre 1709 in Island beobachtet worden seyn. Dieß gab Fahrenheit die Veranlassung an, seiner Thermometerskale die Null an diesen Punkt zu setzen. Allein diese Meinung hat sich auf keine Weise bestätiget, indem man nachher weit stärkere Grade der natürlichen Kälte selbst in unsern Gegenden gefunden hat. In dem harten Winter des Jahres 1740. beobachtete man den tiefsten Stand des Thermometers zu Wittenberg — 40 Grad, und zu Danzig — $12\frac{2}{5}$ Grad nach Fahrenheit. Noch weit stärkere Grade der Kälte findet man in Sibirien zum Theil an Orten, deren geographische Breiten wenig von den in unsern Gegenden abweichen. Einige Beyspiele hiervon, welche aus einer in Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre §. 761 mitgetheilten Tabelle genommen sind, sind diese:

Ort.	Nördl. Breite.	Zeit der Beobacht.	Fahrenh. Grade.
Nerczinsk in Sibirien	51°56′	1736. 20. Jan.	— $35\frac{1}{5}$
Irkutsk in — —	52°.17′	1735. 20. —	— $36\frac{2}{5}$
Torneå in Lappland	65°51′	1737. 20. —	— $42\frac{2}{5}$
—— —— —	— —	1760. 5. —	— 130
Kirinskoi-Ostrog in Sibir.	57°47′	1737. 8. Dec.	— 112
—— —— —	— —	1738. 20. Jan.	— 118
Tomsk in Sibirien	65°.51′	1735. 5. —	— $138\frac{1}{2}$
Kirenga ——	— —	1737. ——	— 114
—— ——	— —	1738. ——	— 150
Jeniseisk ——	— —	1735. 16. —	— 157

Herr Hofr. **Lichtenberg** bemerket aber dabey ganz richtig, daß die unsichere Beschaffenheit mancher Thermometer damahliger Zeit wenig Richtiges von dieser Tabelle erwarten lasse. Ueberdieß übersteigen auch manche angegebene Grade nach neuen Entdeckungen den wahren Gefrierpunkt des Quecksilbers, bey welchem dieses Metall wegen der ungemein starken und unregelmäßigen Zusammenziehung, kein Maß für die Unterschiede der Temperatur mehr abgeben kann. Nach den Beobachtungen eines **Hutchins** in der Hutsonsbay fiel das Weingeistthermometer nie unter — 46°, wenn auch die Quecksilberthermometer — 300 bis fast — 500° zeigten.

Zuverlässiger sind folgende Beobachtungen: Herr Prof. **Hindenburg** *) fand bey dem strengen Froste des Jahres 1788 am 17. Dec. früh um 7 Uhr zu Leipzig ein Thermometer mit Fahrenh. Skale von Dollond — 20. Die Kälte fiel, wie gewöhnlich, in diesem Jahre nicht auf einerley Tag; zu Hannover ward sie den 16ten, zu Leipzig den 17ten, zu Warschau den 18ten, zu Wien den 19ten und zu Danzig den 20sten Dec. beobachtet.

Mehr hierher Gehöriges unter den Artikeln, **Eis, Frost, Gefrierung, Klima, Wärme.**

Kälte, künstliche (frigus artificiale, factitium, froid artificiel) ist überhaupt eine jede durch menschliche Veranstaltung hervorgebrachte Kälte, meistentheils wird aber dadurch eine solche Kälte verstanden, welche durch Auflösungen

gen

*) Formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lips. 1791. 4. p. VI.

gen oder Vermischungen gewisser Substanzen, so wie durch Ausdünstung, hervorgebracht wird.

Man bringe ein Thermometer in ein Glas mit Wasser, ertheile ihm die Temperatur des Wassers, und bemerke seinen Stand. Man schütte alsdann fein gepulvertes Kochsalz, Salpeter oder Salmiak hinzu, und rühre alles mit einer Glasröhre wohl um. So wie die Auflösung des Salzes anfängt, fängt auch gleich das Thermometer zu sinken an, und sinkt nun desto schneller, je schneller das Salz aufgelöset wird. Nach **Reaumürs** *) Versuchen erkältete ein Pfund Kochsalz in 3 bis 4 Pinten Wasser geschüttet letzteres um 4 bis 6 reaumur. Grade. Die Auflösung selbst gefrieret nicht, wenn auch gleich ihre Temperatur unter dem Frostpunkte ist; bringt man aber ein Glas mit reinem Wasser in selbige, so kann dieses, zumahl wenn es schon an sich kalt ist, darin sehr leicht zum Gefrieren gebracht werden. So bald aber das Salz völlig aufgelöset ist, so verlieret sich auch die Kälte wieder.

Noch weit stärker wird die Kälte beym Schmelzen des Schnees oder gestoßenen Eises mit krystallinischen Salzen. Bey der Auflösung des Salzes in Schnee oder Eis entsteht eine tropfbare Flüssigkeit, und dabey eine so beträchtliche Kälte, daß man reines Wasser in eine solche Mischung gebracht selbst im Sommer und sogar über dem Feuer zum Gefrieren bringen kann. Schon **Boyle** hat diese Erscheinungen wahrgenommen, und sie mit vielen Versuchen bestätiget. Nach **Reaumür** haben eine Mischung von 2 Theilen Kochsalz mit 4 Theilen zerstoßenen Eis selbst in den heißesten Tagen das Weingeistthermometer auf — 15°; Salmiak und Salpeter auf — 13° und — 11°; Steinsalz und Pottasche auf — 14° gebracht. Die Kälte, welche durch eine Mischung von Salmiak und Schnee hervorgebracht wurde, nahm **Fahrenheit** an seiner Thermometerskale zum festen Punkte, den er mit Null bezeichnete, an. Uebrigens hat Herr **Blagden** dabey gezeiget, daß die größeste Kälte, welche durch

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1734.

durch jedes Salz mit Schnee oder Eis beym Schmelzen hervorgebracht werden kann, diejenige ist, bey welcher eine gesättigte Auflösung eben dieses Salzes im Wasser gefrieret. Sobald dieser Grad hervorgebracht ist, hört das Schmelzen, und also die Ursache der Erkältung, auf.

Die stärksten Grade der künstlichen Kälte werden durch eine Mischung des Schnees oder Eises mit salzsauren Geistern und mit krystallinischen Salzen hervorgebracht. Wenn concentrirte Salpetersäure, welche schon bis zum Eispunkte erkältet ist, auf doppelt so viel Eis oder Schnee, dem Gewichte nach, gegossen wird, so bringt die dadurch entstandene Kälte das Thermometer sehr schnell auf — 19°. Werden die Theile, welche mit einander vermischt werden sollen, vor der Mischung noch stärker erkältet, so ist auch die Erkältung bey der Vermischung weit beträchtlicher. Durch dieses Mittel brachten es die Mitglieder der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg dahin, daß sie das Queckfilber zum ersten Mahle gefrieren sahen, und **Fahrenheit** brachte dadurch eine künstliche Kälte von — 40° seines Thermometers zu Wege. Nach neuen angestellten Versuchen [α]) bringt die Schwefelsäure die größte Kälte hervor; nächstdem der rauchende Salpetergeist, gemeines Kochsalz und Salmiak; der reine Salpeter aber im geringsten Grade. Noch neuere Versuche über die Hervorbringung künstlicher Kälte hat **Richard Walker** [β]), Apotheker zu Oxford, angestellet. Die stärkste kaltmachende Mischung fand er aus 2 Theilen starker rauchender Salpetersäure mit 1 Theile destillirten Wasser, worein 4 Theile gepulvertes krystallisirtes Glaubersalz und darnach $3\frac{1}{2}$ Theile gepulverter Salpetersalmiak geschüttet und wohl umgerühret worden. Sind die Salze recht trocken und durchsichtig, so bringt diese Mischung das Thermometer 52 fahrenh. Grade herab; es sinkt nämlich von + 32 bis — 20. Er

α) An account of experiments made by Mr. *John* M'Nab at Henley-House, Hudsonsbay, relating to freezing mixtures by *Henry Cavendish*. Lond. 1786. 4.

β) Philos. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 277. übers. in Grens Journ. der Physik. B. I. S. 419 f.

Er fand ferner, daß eine Mischung von 12 Theilen Schnee oder gestoßenen Eises, 5 Theilen Kochsalz und 5 Theilen von einem Pulver aus gleichen Theilen Salmiak und Salpeter, eine Kälte von — 18° Fahrenh. zu Wege brachte. Zwölf Theile Schnee oder gestoßenes Eis, 5 Theile Kochsalz und 5 Theile salpetersaures Ammoniak bewirkten eine Kälte von — 25°. Schnees oder gestoßenen Eises 3 Theile, und verdünnter Salpetersäure 2 Theile, beyde zu 0° Fahrenh. vermischt, erzeugten eine Kälte von — 46° Fahrenh. Schnees 3 Theile, verdünnter Schwefelsäure 2 Theile, beyde bey + 30° Fahrenh. brachten das Thermometer bis — 24°. Gleiche Theile Schnee und verdünnte Schwefelsäure, beyde bey — 20° Fahr. vermischt, brachten eine Kälte von — 56° hervor.

Herr **Lowitz** *) in Petersburg hat über diesen Gegenstand noch mehrere Versuche angestellet. Gleiche Theile Schnee und krystallinisches ätzender Gewächsalkali, beyde von — 6½° Reaum. brachten — 34° Kälte. Darin konnte er Quecksilber gefrieren machen. M. s. **Gefrierung.** Bey der Temperatur der Materialien von — 1° Reaum. brachte mit Schnee trockenes ätzendes Gewächsalkali eine Kälte von — 21°, Aetzlauge — 27°, krystallisirtes ätzendes Mineralalkali — 21°, ätzender Salmiakgeist — 5°, kohlensaures Ammoniak — 17°, gewöhnliches Scheidewasser — 19°, rauchende Salpetersäure — 24½°, concentrirte Schwefelsäure — 19°, rauchende salzige Säure — 27½°, concentrirte Essigsäure — 22°, flüssiger Eisessig — 22°. Bey einer Temperatur von — 2½° Reaum. bewirket mit dem Schnee trockenes Weinsteinalkali — 22°, salpetersaure Kalkerde — 22°, fein geriebene Spiesglanzbutter — 22°, salzigsaure Talkerde — 24°, essigsaures Gewächsalkali — 26½°, salzigsaures Eisen — 2[illegible]½°, salzigsaure Kalkerde — 38°. Das vortheilhafteste Verhältniß von Schnee und salzigsaurer Kalkerde zur Hervorbringung der größten Kälte sind zwey Theile des erstern gegen drey Theile der letztern; bey + 21° der Materialien kömmt

*) Versuche über die Hervorbringung künstlicher Kälte; in Crells chemisch. Annal. 1796. B. I. S. 529 f.

das Gemisch auf — 39°, und geht also unter den Gefrierpunkt des Quecksilbers.

Die neuesten Versuche zur Hervorbringung künstlicher Kälte, welche Auflösungen von Salzen im Wasser und in Salpetersäure hervorbringen, sind von **Walker** *) angestellet worden. Er bereitete sich hierzu einen künstlichen Schnee; er ließ nämlich Wasser in einer Röhre künstlicherweise frieren, und das Eis alsdann zu einem feinen Pulver zermahlen. Hierdurch ward es ihm leicht, das Quecksilber zum Gefrieren zu bringen. Dazu erfand er sich einen eigenen, ganz einfachen Apparat, in welchem das Quecksilber in wenigen Minuten zu Eis wurde, wenn die Temperatur der Luft 85° Fahr. nicht überstieg. Das Gefäß (fig. 3.) bestehet aus einem Stück. Sein Körper a a ist unten offen und faßt etwa 2 Pinten. Die Röhre b ist oben offen und unten verschlossen; sie hält 5 Unzen und ist nach dem Boden zu etwas enger. Das Gefäß wird umgekehrt mit der kaltmachenden Mischung angefüllt, hierauf zuerst mit Wachspapier und dann mit nasser Blase verschlossen. Hiernächst kehrt man das Gefäß wieder um, stellt es in eine Schüssel, rührt eine Unze rauchende Salpetersäure in die Röhre b mit der Vorsicht, daß die Wände über der Säure nicht davon befeuchtet werden, und legt ein rundes passendes Stück Papier, welches mit etwas geschmolzenen Jungfernwachs überzogen wird, auf die Säure. Hierauf gießt man vorsichtig 1½ Unzen Regenwasser oder destillirtes Wasser in die Röhre und verstopft sie mit einem Kork. So bald das Wasser gefroren ist, so schabt man das Eis zu einem feinen Pulver vermittelst eines besonders dazu eingerichteten Instrumentes. Ist dieß geschehen, so läßt man die kaltmachende Mischung schnell aus dem Gefäß a a heraus, indem man den Bindfaden durchschneidet, und den Verband wegnimmt. Man durchstößt mit einem gläsernen oder hölzernen Stabe die Scheidewand zwischen

*) Beobachtungen über die beste Methode Kälte künstlicher Weise hervorzubringen; in Grens neuem Journale der Phys. B. III. S. 458 f.

zwischen dem gepulverten Eise in der Röhre b, und der darunter befindlichen, durchkälteten Salpetersäure, und bringt die Thermometerkugel mit dem zu gefrierenden Quecksilber hinein, und rühret alles wohl und schnell unter einander.

Wenn man Eis haben kann, so kann man sich desselben eben so sicher bedienen, und hier mit weit geringern Kosten die kaltmachende Mischung hervorbringen. Uebrigens müssen die Gefäße zu diesen Versuchen dünn und aus den besten Leitern des Wärmestoffs gemacht seyn. Denn dünne Gefäße rauben der Mischung weniger Kälte als dicke, und die bessern Leiter des Wärmestoffs lassen auch die Kälte leichter durch. Herr Walker bediente sich hierzu des Zinnes, das er durch einen Ueberzug von geschmolzenem Wachse gegen die Einwirkung der Säuren hinlänglich sicherte. Wenn aber alles gut von Statten gehen soll, darf das Verhältniß der kaltmachenden Mischung zu den zu erkaltenden Materialien nicht geringer seyn, als 12 : 1; ein größeres Verhältniß ist desto besser.

Folgende Mischungen fand Walker zur Hervorbringung künstlicher Kälte sehr wirksam:

Salze.	Flüssigkeiten.	Hervorgebrachte Temperatur.
Salmiak 5 Theile Salpeter 5 —	Wasser 16 Theile	+ 10° Fahrenh.
Salmiak 5 — Salpeter 5 — Glaubersalz 8 Th.	Wasser 16 Theile	+ 4° —
Salpetersaures Ammoniak 1 Theil	Wasser 1 Theil	+ 4° —
Salpeters. Ammoniak 1 Theil Sodasalz 1 Theil	Wasser 1 Theil	— 7° —
Glaubers. 3 Theile	Verdünnte Salpts. 1 Th.	— 3° —
Glaubers. 6 Theile Salmiak 4 — Salpeter 2 —	Verdünnte Salpts. 4 Th.	— 10° —

Salze.	Flüssigkeiten.	Hervorgebrachte Temperatur.
Glaubers. 6 — Salpeters. Ammoniak 5 Theile	Verd. Salptsäure 4 Th.	— 14° Fahrenh.
Phosphorsaures Mineralalkali 9 Theile	Verdünnte Salpetersäure 4 Theile	— 12° —
Phosphorsaur. Mineralalk. 9 Th. Salpetersaur. Ammoniak 6 Th.	Verdünnte Salpetersäure 4 Theile	— 21° —
Glaubersalz 8 Th.	Salzsäure 5 Theile	0° —
—— 5 —	Verd. Schwefels. 4 Th.	+ 3° —

Die verdünnte Salpetersäure bestand aus 2 Theilen rauchender Salpetersäure und 1 Theil destillirten Wasser, die verdünnte Schwefelsäure aus gleichen Theilen Vitriolöl und Wasser.

Der erste, welcher zu allen diesen Versuchen den Grund legte, war **Boyle**, in seiner Schrift über die Kälte [α]), in welcher er bereits die Wirkungen der Salze und der sauren Geister beym Schmelzen des Eises und des Schnees bekannt machte. Nicht lange darnach zeigte er auch in einer andern Schrift [β]), daß man ebenfalls eine beträchtliche Kälte durch bloße Auflösung des Salmiaks im Wasser hervorbringen könne. Im Jahre 1709 fand **Fahrenheit**, daß man die Kälte nach einer schon vorher gegangenen Erkältung des Eises durch neuen hinzugegossenen Salpetergeist noch mehr verstärken könne. Endlich bestimmte **Reaumur** die hervorgebrachten Grade der Kälte selbst.

Zur Erklärung dieser Phänomene hat man gar nicht nöthig, wie sonst einige Physiker thaten, eine kaltmachende Materie anzunehmen, da sie sich sehr natürlich aus Mangel der Wärme herleiten lassen. Dieser Mangel entstehet aber ganz unstreitig aus der Auflösung. Die Dauer dieser Kälte hält

α) Histor. experiment. de frigore. Lond. 1665. 4.
β) A new frigorific experiment etc. in Philos. transact. n. 15.

hält auch gerade so lange an, als die Auflösung währet; ist diese vorüber, so nimmt das Gemisch allmählig die Temperatur der umgebenden Wärme wieder an. Diejenigen, welche die Wärme als eine schwingende Bewegung betrachten, nehmen daher an, daß die Auflösung die schwingende Bewegung aufhalte; andere hingegen erklären sich diese Erscheinung so: die Auflösung, wobey sich die vermischten Materien aufs innigste vereinigen, treiben einen Theil des Elementarfeuers aus dem Wasser, daher auch die Luft um eine solche Auflösung wärmer als vorher werde. Allein bey den wenigsten Auflösungen findet Kälte Statt, und es ist daher weit wahrscheinlicher und natürlicher, daß bey solchen Auflösungen, wo Kälte erzeuget wird, eine Bindung des freyen Wärmestoffs vor sich gehet. So bald nämlich Salze mit Schnee oder mit zermalmten Eise in Berührung kommen, so findet zwischen beyden Substanzen eine Auflösung Statt; zum Flüssigwerden dieser beyden festen Körper wird aber nothwendig eine beträchtliche Menge Wärmestoff erfordert. So lange aber der Wärmestoff hierzu verwendet wird, so lange kann er auch keine andere Wirkung hervorbringen; daher muß nothwendig ein Mangel an Wärme, d. i. Kälte entstehen. Da nun hierdurch eine ungleichförmige Vertheilung des freyen Wärmestoffs mit den angrenzenden und berührenden Körpern erfolgen muß, und dieser sich gleichförmig zu verbreiten strebet, so wird das hineingebrachte Thermometer Wärmestoff abgeben, und folglich Mangel an Wärme, d. i. Kälte zeigen müssen. Geschiehet dieser Vorgang plötzlich, so kann dadurch selbst dem Quecksilber so viel Wärme entzogen werden, als zum Flüssigbleiben desselben nöthig ist, zumahl, wenn es schon vorher, wie bey kalter Witterung, einen großen Theil seines Wärmestoffs verloren hatte. Im Gegentheil gibt es andere Auflösungen, bey welchen Hitze erzeuget wird, wenn nämlich die Mischung nicht mehr so vielen Wärmestoff binden kann, als die vermischten Materien enthalten. Es kommt alles bloß auf die verschiedenen Verwandtschaften der verschiedenen Substanzen mit dem Wärme-

 stoffe

stoffe an; und es kann daher gar wohl mit sich bestehen, daß Schwefelsäure mit Wasser vermischt Wärme, hingegen mit Glaubersalz Kälte erzeuget.

Ein anderes Mittel Kälte hervorzubringen ist die Ausdünstung, bey welcher freye Wärme ebenfalls verwendet werden muß. M. s. **Ausdünstung, Erkältung.** Wenn in ein Gefäß mit Wasser ein Thermometer eingetauchet ist, und das Wasser der freyen Luft ausgesetzet wird, so sinkt es beständig, so lange bis das Wasser abgedunstet ist. Nach **Richmann** *) soll diese Erscheinung von der in der Luft schwebenden kaltmachenden Materie herrühren, welche von dem an der Kugel des Thermometers anhängenden Wasserhäutchen angezogen würde. Der Herr von **Mairan** β) leitet sie von der Bewegung dieses Wasserhäutchens durch die Luft her. **Cullen** γ) hat zuerst dabey auf die Ausdünstung Rücksicht genommen. Sehr viele Versuche hierüber haben besonders **Baume'** δ) und **Cavallo** ε) angestellet. Durch Hülfe des Vitrioläthers, welcher an der Luft sehr schnell verdunstet, war **Cavallo** im Stande, im Sommer, da das fahrenheitsche Thermometer auf 64 Grad stand, selbiges in 2 Minuten auf + 3, d. i. 29 Grad unter den Gefrierpunkt zu bringen. Merkwürdig dabey war es, was **Cavallo** bey dieser Gelegenheit bemerkte. Im Sommer nämlich fror das auf diese Weise behandelte Wasser oft erst, wenn das in demselben befindliche Thermometer schon 15 Grad nach Fahrenheit unter dem Gefrierpunkte stand; im Winter aber oft schon bey zwey Graden darunter. Herr **Cavallo** kann dieses nicht erklären, und nach Herrn **Lichtenbergs**

*) Tentamen explicandi phaenomenon paradoxon, scilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori descendere et ostendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis est; in nov. comment. Petrop. T. I. p. 290.

β) Diss. sur la glace. P. II. sect. II. cap. 8. 9.

γ) Von der Kälte, die durchs Ausdünsten flüssiger Sachen verursachet worden; in d. neuen edinburg. Versuch. Th II. 1755.

δ) Sur le refroidissement, que les liqueurs produisent en l'évaporant; in mém. présent. Tom. V. p 405. et 426.

ε) Experiments relating to the cold produced by evaporation of various fluids; in Philosoph. transact. Vol. LXXI. P. II.

bergs Meinung ist es auch so leicht nicht zu erklären, wenn alles anders sonst richtig zugegangen ist. Wenn aber wirklich alles seine Richtigkeit gehabt hat, konnte nicht dieses Phänomen durch die Wärme, welche die im Sommer umgebende Luft dem Wasser, um es flüssig zu erhalten, mittheilte, und welches eben wegen des nöthigen Flüssigseyns desselben dem Thermometer nichts weiter abgeben konnte, bewirket werden?

Die Erkaltung des Thermometers ist nach **Braun** [α]) und **Achard** [β]) desto größer, je schneller die Ausdünstung erfolget. Nach **Brauns** Beobachtungen zeigt das Thermometer in Oele und saure Spiritus getaucht an der Luft keine Erkältung, in Vitriolöl getaucht aber fängt es sogar in der Luft zu steigen an. Letzteres rührt unstreitig daher, weil das an der Kugel des Thermometers befindliche Vitriolöl die Feuchtigkeit der Luft an sich ziehet, und sich damit erhitzt.

Auch hat der Herr **de Saussüre** [γ]) über die Erkältung durch Ausdünstung lehrreiche Versuche auf dem Col du Geant angestellet. Er machte die Kugel eines Thermometers in der Mitte eines feuchten Schwammes feste, und schwung das Thermometer an einer daran gebundenen Schnur sehr schnell in der Luft um. Hierdurch bekam er eine Abkühlung, welche bisweilen auf 8 Grad nach **Reaumur** ging. Umwand er die Kugel eines kleinen Thermometers mit feiner Leinwand, tauchte sie nachher in Aether, und bewegte sie nach dem Herausziehen nur mäßig schnell in der Luft, so bewirkte die Verdunstung des Aethers eine Kälte bis auf 27 Grad, nachdem er nämlich das Eintauchen des Thermometers in den Aether verschiedene Mahl wiederhohlet, und so lange in der Luft beweget hatte, bis er weiter kein Fallen des Quecksilbers bemerkte.

α) Nov. comment. Petropol. Tom. X.; übers. im neuen hamburg. Magaz. B. IV. S. 369 f.
β) Beschäftigungen der berliner naturforsch. Gesellsch. B. I. S. 112 f.
γ) Journal de physique, Mars 1789; in Grens Journal der Physik. B. I. S. 460 f.

Wenn man ein Thermometer unter die Glocke einer Luftpumpe bringt, hierauf zu evacuiren anfängt, so fällt das Thermometer um 2 bis 3 Grad, kömmt aber bald wieder auf die Temperatur der atmosphärischen Luft, wenn diese wieder hineingelassen wird, und steigt alsdann noch um 2 bis 3 Grad höher. Bringt man unter die Glocke ein Gefäß mit Weingeist, und taucht die Kugel eines Thermometers in selbigen ein, so sinkt das Quecksilber beym Evacuiren um einige Grade; zieht man alsdann das Thermometer in den obern Theil der Glocke hinauf, so fällt das Quecksilber sehr schnell um 8 bis 9 Grade, ohne Zweifel daher, weil in der verdünnten Luft die Ausdünstung schnell und stark von Statten gehet. Auch gehöret hierher ein Versuch, welchen **Franklin** im 60ten Briefe beschreibet. Eine dünne Glasröhre (fig. 4.) a b, an deren Enden zwey luftleere Kugeln c und d sich befinden, enthält Wasser oder Weingeist, so daß damit die Kugeln c und d etwa zur Hälfte angefüllet sind. Hält man beyde Kugeln in den Händen, so erfolget gar keine Bewegung; hält man aber nur die eine Kugel, indem die andere kalt bleibet, so geht das Wasser sogleich aus der erwärmten in die kalte über, und kocht darin so lange, als man die leere Kugel in der Hand hält. Die Kugel, welche man in der Hand hält, bleibt so lange kalt, als noch Wasser in selbiger enthalten ist; wenn es aber in die andere Kugel übergegangen ist, so wird sie sogleich warm. Sie entzog nämlich der Hand die Wärme, welche zur Verdampfung nöthig war, und erregte dadurch die Empfindung der Kälte.

Die Ausdünstung wird durchs Anblasen frischer Luft befördert; daher dann auch eine größere Kälte entstehen muß. Diesen Umstand hat vorzüglich Herr **Achard** bey seinen Versuchen über das Gefrieren des Quecksilbers benutzt, indem er sich dabey nicht allein einer kälteerzeugenden Mischung bedienet, sondern auch die Wirkung derselben durch die Ausdünstung des Vitrioläthers verstärkt, und durch beständiges Blasen mit einem Blasebalge befördert hat.

Auch

Auch soll nach **Erasm. Darwin** [α]) die mechanische Ausdehnung der Luft ein Mittel seyn, Kälte hervorzubringen. Er führet darüber folgende Versuche an: das Thermometer sinkt im Luftstrome einer Windbüchse um einige Grade herab; auch fällt es unter der Glocke um 2 bis 3 Grade, wenn die Luft schnell ausgepumpet wird. In den bleyernen Windkessel einer Wasserkunst zu Derby ward ein Loch von der Dicke einer Rabenfeder gemacht, durch welches ein starker Luftstrom herausgieng; wurde demselben das Thermometer ausgesetzet, so fiel es um 2 bis 4 Grade herab; ferner dringt durch einen geöffneten Hahn an einem Heronsbrunnen in den schemnitzer Bergwerken eine stark zusammengepreßte Luft heraus, welche unmittelbar darauf sehr ausgedehnet wird; dabey schlägt sich die Feuchtigkeit aus ihr als Schneegestöber nieder, und hängt sich an den Hahn wie Eiszapfen. Daraus erkläret **Darwin** die Kälte auf den Gipfeln der Berge und in höhern Gegenden der Atmosphäre. Der Herr Abbe' **Gruber** [β]) erinnert dagegen, daß die mechanische Ausdehnung der Luft keine unmittelbare Ursache der Kälte sey, weil sonst in den torricellischen und boylischen Leeren die Kälte viel stärker seyn müßte, sondern sie rühre vielmehr daher, daß die schnell fortgehende dichtere Luft Wärmestoff mit sich fortführe, welcher von andern benachbarten Körpern ersetzet werden müsse.

M. s. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch **Lichtenberg** §. 493. 494. a. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 620 u. f.

Kalender (calendarium, calendrier) ist eine eingeführte Abtheilung der Zeit in Jahre, Monathe und Tage, um die Geschäfte im bürgerlichen Leben darnach gehörig zu ordnen. Auch versteht man unter dem Worte **Kalender** ein Verzeichniß der Tage nach dieser Abtheilung (hemerologium,

α) Philos. transact. 1788. Vol. LXXVIII. P. I. p. 43.; übers. in Grens Journal der Phys. B. I. S. 73.; auch im gothaischen Magazin. B. VII. St. 1. S. 127.

β) Bemerkungen über Darwins Folgerungen aus Versuchen rc.; in Grens Journal der Phys. B. III. S. 188.

logium, rationarium dierum) für ein gewisses Jahr oder auch für mehrere Jahre. Der Nahme rührt von dem Worte Kalendae her, welches die Römer dem ersten Monathstage, wegen der an selbigem gewöhnlichen Ausrufung der Monathstage, gaben.

Das erste und natürlichste Maß der Zeit gaben die Tage ab. Die Folge der Zeit lehrete aber gar bald, daß dieß Maß der Zeit noch viel zu klein war, um die nöthigen Geschäfte darnach zu ordnen, und den Nachkommen, ohne sie in die größte Verwirrung zu bringen, wichtige Begebenheiten aufgezeichnet zu hinterlassen. Die erste Gelegenheit zu einem größern Maße both der Mondwechsel dar, dessen Erscheinung etwa nach 29 bis 30 Tagen wiederkehret. Endlich aber entdeckte man aus der Abwechselung und Wiederkehr der Jahreszeiten noch ein größeres Maß der Zeit, welche vorzüglich für die ländlichen Beschäftigungen wichtig war, und sich auf den in 360 und etlichen Tagen vollendeten scheinbaren Umlauf der Sonne um den ganzen Himmel gründete. Dieses ist unter den meisten bekannten Völkern unter dem Nahmen **Jahr** eingeführet worden. M. s. **Jahr**, **Monath**, **Tag**. Alle diese Zeitmaße in ihrer gehörigen Verbindung mit einander machen eben den Kalender aus.

Es ist leicht einzusehen, daß die ersten Kalender wegen der zu geringen Kenntnisse in der Astronomie noch sehr unvollkommen seyn mußten, zumahl da es den ältesten Völkern hinlänglich war, die Zeit nur ungefähr zu wissen, um ihre ökonomischen Beschäftigungen darnach einzurichten. Erst in den neuern Zeiten hat der Kalender seine jetzige Vollkommenheit und Uebereinstimmung mit dem Himmelslaufe nach verschiedenen Veränderungen erhalten.

Die Einrichtung des Kalenders bey den Aegyptiern geschahe bloß nach der Sonne, und die bey den Arabern nach dem Laufe des Mondes. Die griechischen Astronomen hingegen haben eine sehr lange Reihe von Jahren sich damit beschäftiget, ihre Jahrrechnung nach dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich einzurichten. Anfänglich setzten sie

das

das Jahr $12\frac{1}{2}$ Monath gleich, und ließen dem zufolge Jahre von 12 und 13 Monathen abwechseln. Allein **Solon**, welcher den großen Fehler dieser Zeitrechnung wahrnahm, setzte den Monath auf $29\frac{1}{2}$ Tag, und wechselte daher mit Monathen von 29 und 30 Tagen ab. Dadurch erhielt das Jahr eine ziemliche Uebereinstimmung mit dem Mondlaufe. Um es nun aber auch mit dem Laufe der Sonne zu vereinigen, erfand nicht lange nach **Thales** Zeiten **Cleostrates von Tenedos** [α]) die so genannte **Octaeteride** oder Periode von 8 Jahren, oder die Zeitdauer von 8 Jahren, in welchem das 3te, 5te und 8te Jahr einen Monath von 30 Tagen mehr, folglich 13 Monath hatte. Es hielt also diese Periode 2922 Tage oder 99 Monathe, welcher Zeitraum 8 Sonnenjahren, jedes zu $365\frac{1}{4}$ Tagen gerechnet, genau gleich ist, von 99 Mondwechseln aber um $1\frac{1}{2}$ Tag verschieden ist. Man suchte auch diesen Fehler durch einige Abänderungen abzuhelfen; allein sie waren so unglücklich angebracht, daß sie viel Verwirrung in den Kalender brachten. Es wurden nachher eine Menge von Vorschlägen gethan, diesen Unordnungen abzuhelfen, wovon **Censorin** sehr weitläuftig handelt. Von diesen Vorschlägen urtheilet **Scaliger** [β]), daß ihre Urheber unwissende Leute gewesen sind. Der P. **Petav** [γ]) hingegen bemerket, daß wir zu wenig von der Beschaffenheit dieser Vorschläge wissen, um richtig darüber urtheilen zu können. Endlich schlugen **Meton** und **Euctemon** die so berühmt gewordene Periode von 19 Jahren oder die **Enneadecaeteride** vor, wodurch der Lauf der Sonne mit dem des Mondes so glücklich vereiniget wurde. M. s. **Jahr**. Die Griechen nahmen diese Periode im 433ten Jahre vor Christi Geburt am 16. Jul. 19 Tage nach dem Sommersolstitium an. Sie nahm mit dem Neumonde den Anfang, welcher an diesem Tage um 7 Uhr 43 Minut. Abends einfiel, und ihr erster Tag ward vom Untergange der Sonne an diesem Tage gerechnet. **Meton** wählte diesen Anfang wegen der olympischen

α) *Censorinus* de die natali. cap. 18.
β) De emendatione temporum. Parif. 1602. fol.
γ) Doctrina temporum. Parif. 1627. fol.

schen Spiele, welche im ersten Monathe nach dem Sommer-solstitium gehalten werden mußten. Er richtete zu Athen eine Tafel auf, welche die Ordnung und Gründe dieser Zeitrechnung enthielt, die einen so großen Beyfall erhielt, daß sie mit goldenen Buchstaben eingegraben wurde. Daher nannte man auch diejenige Zahl, welche angibt, wie viele Jahre in der laufenden 19jährigen Periode verflossen waren, die **güldene Zahl.** Dieser metonianische Cykel ist selbst noch in unserem Kalender bey der cyklischen Berechnung der Neumonde brauchbar. M. s. **Cykel.** Er ist aber doch gegen 19 Sonnenjahre um 6 Stunden zu lang; daher er schon vom **Kalippus** 102 Jahre darnach verbessert wurde. **Kalippus** faßte nämlich 4 Mondcykel von 19 Jahren zusammen, und ließ von einem derselben einen Tag weg. Auf diese Weise stimmte die kallippische Periode von 76 Jahren mit 76 Sonnenjahren von 365¼ Tagen genau überein. M. s. **Jahr.** Diese kallippische Periode ward 331 Jahre vor Christi Geburt im siebenten Jahre des sechsten Mondcykels eingeführet. Nach dieser Zeitrechnung haben die griechischen Astronomen ihre Beobachtungen angegeben, und sie kommt mit dem bey uns angenommenen Mondcykel überein. In Vergleichung mit dem Sonnenjahre aber ist die Abweichung derselben in Rücksicht einzelner Jahre sehr beträchtlich, ob sie sich gleich in der ganzen Periode aufhebet. So hat z. B. das erste Jahr dieser Periode nur 354 Tage; und ist gegen den Umlauf der Sonne etwa um 11 Tage zu kurz. Wäre also in dem ersten Jahre die Frühlingsnachtgleiche am 20. März eingefallen, so würde sie erst im andern Jahre den 31. März einfallen, indem dieses Jahr 11 Tage zu früh anfängt. Im dritten Jahre fällt sie noch 11 Tage später; durch den am Ende desselben eingeschalteten Monath von 30 Tagen aber wird sie wieder um 19 Tage zurück und auf den 22. März gebracht u. s. f. Daraus erhellet also, daß der Anfang der Jahreszeiten nie einen festen Standpunkt hat, und erst nach 76 Jahren auf den vorigen Tag genau wieder zurückkehret.

Das von **Romulus** eingeführte römische Jahr war ein Mondjahr, welches 304 Tage enthielt, und 10 Abtheilungen als Monathe hatte, wovon Martius, Maius, Quintilis und October jeder 31 Tage, Aprilis, Iunius, Sextilis, September, Nouember und December aber ein jeder 30 Tage hatte. Da **Romulus** gar bald bemerkte, daß der Anfang der folgenden Jahre nach dieser Festsetzung des Jahres auf andere Tage fallen müsse, welches nach seiner Absicht nicht seyn sollte, so setzte er dem Jahre jedes Mahl so viele Tage hinzu, daß mit dem ersten Monathe des Jahres auch zugleich der nämliche Stand des Himmels zurückkehrte. Diese unsichere Einschaltungsart wurde bald von **Numa Pompilius** aufgehoben. Dieser setzte dem alten römischen Jahre noch 50 Tage hinzu, nahm jedem Monathe, welcher 30 Tage hatte, einen weg, weil er den ungeraden Zahlen eine glückliche Vorbedeutung beylegte, und vertheilte alsdann die 50 + 6 = 56 Tage unter zwey neue Monathe, jeden von 28 Tagen, welchen er die Nahmen Ianuarius und Februarius gab. Nachher setzte er selbst, ebenfalls der ungeraden Zahl halber, dem Jahre einen Tag zu, der dem Januar beygeleget wurde, so daß der einzige den Gottheiten der Unterwelt heilige Februar eine gerade Anzahl von Tagen, nämlich 28, erhielt. Dieses Jahr, welches nun 350 Tage enthielt, sollte durch Einschaltungen mit dem Sonnenlaufe übereinstimmend gemacht werden. Hierin folgte er der Methode der Griechen, in 8 Jahren 90 Tage einzuschalten, nämlich im 2ten 22, im 4ten 23, im 6ten 22 und im 8ten 23 Tage. Weil aber das von Numa gesetzte Jahr um einen Tag größer als das griechische war, mithin in jeder Periode 8 Tage zu viel zählte, so wurde verordnet, daß allezeit in der dritten Periode von 8 Jahren statt 90 Tage nur 66 eingeschaltet werden sollten. Diese Einschaltung geschahe im Februar, welches der letzte Monath des damahligen Jahres war, und zwar nach der Feyerung des Festes der Terminalien oder nach dem 23ten Tage desselben. Weil man es aber für eine böse Vorbedeutung hielt, wenn die Nundinae auf

den

den ersten Tag im Jahre oder auf die Nonen fielen, so überließ man es den Priestern, die Einschaltungen nach Belieben abzuändern. Hierdurch entstand nothwendig eine Verwirrung in der Einrichtung des Kalenders. Ja man unterließ zuweilen aus Aberglauben das Einschalten gänzlich, und in den letzten Zeiten der Republik wurde diese Freyheit von den Priestern gemißbrauchet, um Gerichtstermine, Zahltage und Antrittszeiten öffentlicher Aemter entweder weiter hinauszusetzen, oder zu beschleunigen, so wie dieß das Bedürfniß des Staats erforderte. Nachdem aber **Julius Cäsar** die Dictatur und das Pontifikat übernommen hatte, so suchte er dieser Unordnung abzuhelfen, und berief dieserwegen den griechischen Astronom **Sosigenes** nach Rom. Mit dessen und des **M. Fabius** Beyhülfe führte Julius Cäsar im Jahre 707 nach Erbauung Roms die Zeitrechnung ein, die von ihm den Nahmen des **julianischen Kalenders** erhalten hat. In diesem Jahre wurden zwischen dem November und December noch zwey Monathe eingeschaltet, um die Frühlingsnachtgleiche wieder auf den März zurückzubringen; dadurch erhielt dieses Jahr, welches der Ordnung nach ein Schaltjahr von 378 Tagen hätte seyn sollen, 452 Tage. Das Jahr, welches bey dieser Verbesserung zum Grunde geleget wurde, war ein Sonnenjahr von 365¼ Tagen, welches den Nahmen des julianischen Jahres erhielt, und welches in die bis jetzt noch üblichen 12 Monathe mit derselben Anzahl von Tagen getheilet wurde. Dadurch wurde die Einschaltung ganzer Monathe aufgehoben, und alle 4 Jahre nach dem 23. Februar, wegen des in jedem Jahre übergehenden ¼ Tages, ein ganzer Tag als Schalttag eingeschoben. Diese Zeitrechnung, welche noch jetzt unter dem Nahmen des **alten Kalenders** oder **alten Styls** bekannt ist, ist bey den Römern bis zum Untergange ihres Reichs üblich gewesen. Auch die christliche Kirche im Occident hat sich derselben bis auf das Jahr 1582 nach Christi Geburt ganz unverändert bedienet, und die orientalische Kirche rechnet noch bis jetzt darnach.

Bey der Einrichtung des christlichen Kalenders war man genöthiget, vorzüglich wegen der Feyerung des Osterfestes, nach welchem sich alle bewegliche Feste richten, zugleich mit auf den Mondlauf zu sehen. Bey den Juden wurde das Pascha den 14. Tag des Monathes **Nisan** gefeyert, dessen Vollmond auf den Tag der Nachtgleiche oder zunächst darnach fiel. Die christliche Kirche behielt ebenfalls diesen Monath zur Feyer des Osterfestes bey, setzte aber den Tag auf einen Sonntag. Weil nun einige christliche Kirchen in den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt das Osterfest, wenn der Vollmond auf einen Sonntag fiel, an diesem Tage selbst, mithin zugleich mit den Juden selbst feyerten, so wurde dieß von dem Concilium zu Nicäa unter der Regierung Constantins des Großen im Jahre 325 nach Christi Geburt verboten. Zugleich befahl es auch, daß der erste Monath des Kirchenjahres derjenige seyn soll, in welchem der Vollmond entweder am Frühlingstage selbst einfällt, oder welcher doch der erste nach der Nachtgleiche ist. Für die Frühlingsnachtgleiche soll der 21. März angenommen werden, weil sie gerade in diesem Jahre zu dieser Zeit einfiel. Daher soll der Ostersonntag nicht vor dem 22. März, aber auch nicht nach dem 25. Aprill gehalten werden. Dadurch ward es nothwendig, die Vollmonde im voraus zu berechnen, und leichte Methoden hierzu zum Gebrauch der Geistlichen anzugeben.

Vor der Kirchenversammlung zu Nicäa hatten hierzu bereits einige Bischöffe Vorschläge gethan; besonders war durch **Eusebius** von **Cäsarea** der 19 jährige Mondcykel empfohlen worden, welchen auch die Kirchenversammlung bestätiget, und seinen Gebrauch zur Berechnung des Osterfestes vorgeschrieben haben soll. M. s. **Epakten.** Hierbey war angenommen, daß die Neumonde nach 19 julianischen Jahren genau wieder auf denselben Monathstag fielen, und daß man daher durch Bemerkung der güldenen Zahl zu den Tagen des Kalenders, auf welche die Neumonde in den ersten 19 Jahren gefallen waren, diese Neumonde in den darauf folgenden Jahren alle Mahl richtig wieder finden, und das Osterfest

leicht dadurch bestimmen könne. Allein da 19 julianische Jahre von 365 Tagen 6 Stunden um 1 Stunde 28 Minuten 15 Sekunden größer sind, als 235 synodische Mondenmonathe, welches in 310 Jahren einen Tag und in 1240 Tagen 4 Tage beträgt, so mußten nothwendig im 16ten Jahrhunderte die Neumonde 4 Tage früher als zur Zeit der Kirchenversammlung fallen. Weil aber auch ferner das Jahr, welches hier zum Grunde liegt, etwa um 11 Minuten länger ist, als das wahre tropische Sonnenjahr, so mußte die Zeit der Nachtgleiche jährlich um 11 Minuten gegen den Anfang des Jahres zu rücken, welches in 400 Jahren 3 Tage ausmacht. Daher war im 16ten Jahrhunderte seit dem Jahre 325 die Frühlingsnachtgleiche vom 21. März bis zum 10ten fortgerückt. War also zwischen dieser Zeit und dem 21. März ein Vollmond eingefallen, so hätte den Sonntag darauf das Osterfest gehalten werden sollen. Nach dem Schluß der Kirchenversammlung sollte aber erst der Vollmond nach dem 21. März der Osterfeyer wegen in Betrachtung kommen; mithin mußte Ostern 4 Wochen später, als es seyn sollte, gefeyert werden. Diesen Irrthum, welchen die cyklische Berechnung in Ansehung der Feyer des Osterfestes gibt, sahe man mit der Zeit gar wohl ein, und that daher Verbesserungsvorschläge.

Schon hatte um das Jahr 700 **Beda** das Fortrücken der Nachtgleichen bemerket, welches damahls an die 3 Tage ausmachte, und im 13ten Jahrhunderte gab **Roger Baco** den Rath, das Jahr so zu ändern, daß die Nachtgleichen, wie zu Anfang der christlichen Zeitrechnung, auf den 25. März und September fielen. Vorschläge zur Verbesserung gaben im 15ten Jahrhunderte **Peter d'Ailly** (de Alliaco) auf dem costnitzer und der Cardinal von Cusa auf dem lateranensischen Concilium ein. Der Pabst **Sixtus** IV. trug im Jahre 1474 die Sache dem **Regiomontan** auf, welchen er dieserwegen zum Bischof von Regensburg ernannte; sein frühzeitiger Tod aber unterbrach alles. Im 16ten Jahrhunderte wurde dieserwegen eine große Anzahl Schriften von **Angelus**, **Stöfler**, **Pighi**, **Schoner** u. a. abgefasset. **Paul**

von

von **Middelburg**, Bischof von Fossembrün, berechnete die Neumonde für die 3000 ersten Jahre der christlichen Zeitrechnung astronomisch, und **Egnaz Dante** errichtete den berühmten Gnomon in der Petroniuskirche zu Bologna bloß in der Absicht, um das Fortrücken der Nachtgleichen Jedermann sinnlich zu machen.

Endlich wurde der so längst gewünschte Vorschlag durch den Pabst **Gregorius XIII.** ausgeführet. Den Plan hierzu hatte **Aloys Lili**, ein Arzt aus Verona, entworfen, welchen nach dessen plötzlichen Tode sein Bruder **Anton Lili** dem Pabste überreichte. Zu diesem Geschäfte wurde eine Versammlung von Prälaten und Gelehrten zusammen berufen, wovon der Cardinal **Sirleti**, **Christoph Clavius**, **Anton Lili**, **Egnaz Dante** und andere Mitglieder waren. Im Jahre 1577 wurden an alle catholische Regenten Abgeordnete abgeschickt, welche den vorgelegten Plan mit Beyfall aufnahmen, so daß der Pabst im März 1582 durch ein Breve den alten Kalender abschaffen, und den so genannten neuen Styl oder gregorianischen Kalender einführen konnte.

Die Verbesserung des alten Kalenders bestand kurz in folgenden: nach dem 4. October 1582 sollten 10 Tage wegfallen, indem man gleich nach dem 4ten den 15ten zählte. Dadurch erhielt dieß Jahr nur 355 Tage, ward aber zugleich zu Wege gebracht, daß es an eben dem Monathstage sich wieder mit dem tropischen Sonnenjahre zugleich endigte, an welchem sich das Jahr 325 endigte, und das Frühlingsäquinoctium fiel nun wieder auf den 21. März. Damit aber auch das Frühlingsäquinoctium sich nicht von Zeit zu Zeit verrücken sollte, so ward noch festgesetzet, daß jedes hunderte Jahr, welches nach der julianischen Jahrrechnung ein Schaltjahr seyn würde, drey Mahl hinter einander ein gemeines Jahr, das vierte Mahl aber ein Schaltjahr seyn sollte. Das Jahr 1600 blieb ein Schaltjahr, aber 1700 war ein gemeines, und die Jahre 1800 und 1900 werden auch gemeine, hingegen das Jahr 2000 wieder ein Schaltjahr seyn. Uebrigens gründet sich diese Kalenderverbesserung auf das Sonnenjahr von

365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten und 12 Sekunden. Ob nun gleich nach den neuesten Beobachtungen das wahre Sonnenjahr um einige Sekunden größer als dieß vorausgesetzte ist, so rückt doch dieses Fehlers wegen die Frühlingsnachtgleiche erst nach 3300 Jahren etwa um einen Tag, und man wird alsdann genöthiget seyn, 4 Sekularjahre hinter einander zu gemeinen zu machen.

Um nun diese Jahrrechnung mit dem Mondlaufe zu vereinigen, verwarf **Lili** das Bemerken der güldenen Zahlen zu den Tagen des Kalenders gänzlich, und führte dagegen den Gebrauch der Epakten ein. M. s. **Epakten.** Für das Jahr 1799 z. B. ist die güldene Zahl = XIV und die Epakte XXIII. Es fallen also die kirchlichen Neumonde desselben auf diejenigen Tage, welche im julianischen Kalender mit XIV, im gregorianischen aber mit XXIII bezeichnet sind. So lange nun der Cykel überhaupt zutrifft, so lange gibt auch beydes gleiche Resultate; die nöthigen Veränderungen aber lassen sich bey den Epakten leichter und ordentlicher, als bey den güldenen Zahlen anbringen. Es ist nämlich der 19jährige Mondcykel in 310 Jahren um einen Tag zu lang; mithin fällt der Neumond nach dieser Zeit um einen Tag früher, und es ist eine Mondgleichung nöthig. Wenn man hierbey die reguläre julianische Einschaltung annimmt, so dienen die Epakten *, XI, XXII, III, XIV, XXV u. s. 300 Jahre lang für die Jahre, welche 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. s. zur güldenen Zahl haben; nach dieser Zeit muß man für eben diese Reihe Jahre die Epakten I, XII, XXIII, IV, XV, XXVI u. s., und wieder nach 300 Jahren die Epakten II, XIII, XXIV, XVI, XXVII u. s. gebrauchen. Nach der gregorianischen Kalenderverbesserung werden aber in 400 Jahren 3 Tage hinweggelassen, und in einem jeden solchen Jahrhunderte muß eine Sonnengleichung angebracht werden. Der im Jahre 1582 zum Grunde gelegte Cykel war nämlich I, XII, XXIII, IV, XV, XXVI u. s. Dieser würde 300 Jahr dauern, wenn alle 100 Jahr Schaltjahre blieben; da nun 1600 ein Schaltjahr blieb, so galt auch dieser Cykel das

ganze Jahr hindurch. Wie nun in den folgenden Jahrhunderten der Cykel verändert werden müsse, ist unter dem Artikel, **Epakten**, angezeiget worden. Um diese Veränderungen nicht für alle Jahrhunderte wiederhohlen zu dürfen, gab **Lili** zwey Tafeln an, worin man den Cykel für jedes Jahrhundert durch bloßes Nachschlagen findet. Auf die Weise ist also das Jahr selbst nicht nach dem Mondlaufe geordnet, ist aber jedoch ungemein leicht, die Tage der Neumonde, wenigstens der kirchlichen zu finden, wiewohl diese mit den wahren astronomischen nicht ganz genau übereinstimmen, sondern um 17 Stunden verschieden sind. M. s. **Epakten**.

An diesen Einrichtungen hatte auch **Clavius** einen großen Antheil. Dieser mußte die Rechnung führen, welche zum Plane, der dem Pabste vorgeleget wurde, nöthig waren, mußte die Verbesserungen der Nachwelt erklären, und die Einwürfe der Gegner beantworten, unter welchen sich vorzüglich **Mästlin**, **Scaliger** und **Vieta** hervorthaten. Dieß gab Gelegenheit zur Herausgabe seines schönen chronologischen Werkes *). Die Hauptfehler, welche dem verbesserten Kalender vorgeworfen wurden, waren: 1) gehe bey dieser Einschaltungsart das Frühlingsäquinoctium immer noch vom 21. März auf den 20sten und 19ten zurück, besonders in denjenigen Schaltjahren, welche vor dem ersten gemeinen Sekularjahre wie 1696, 1692 u. s. vorangehen, 2) habe man bey der Verbesserung des Mondcykels nur 3 Tage Vorrücken der Neumonde seit dem nicänischen Concilium angenommen, da doch selbiges beynahe bis auf 4 Tage gegangen ist; daher die astronomischen Neumonde fast einen ganzen Tag vor dem kirchlichen vorangehen. **Clavius** entschuldiget diesen letzten Fehler mit der Absicht, damit die cyklische Rechnung die Neumonde ungefähr einen Tag später angebe, als die wirklich astronomische, um dadurch desto sicherer Ostern nicht am Vollmonde zu feyern, und folglich dem Gesetze ein Genüge zu thun.

 Die

a) De Calendario Gregoriano. Romae 1603. fol.; u. in *Clavii* opp. mathemat. Mogunt. 1612. fol. Tom. V.

Die Protestanten hatten zwar bis zum Jahre 1700 den alten julianischen Kalender beybehalten, nahmen aber noch in diesem Jahre den verbesserten Kalender an, jedoch mit der Bedingung, daß der Ostervollmond astronomisch nach Kepplers rudolphinischen Tafeln für den Mittagskreis von Uranienburg, wo **Tycho** beobachtet hat, berechnet, der Tag, auf welchen dieser Vollmond fällt, von Mitternacht an gerechnet, für die **Ostergrenze** (terminus paschalis) genommen, und den nächsten Sonntag darauf das Osterfest gefeyert werden sollte.

Die cyklische Rechnung kann von der astronomischen eine solche Abweichung geben, daß dadurch in der Feyerung des Osterfestes eine Woche Unterschied verursachet wird. M. s. **Epakten**. Ein solcher Fall trat schon im Jahre 1724 ein, wo der Vollmond nach den rudolphinischen Tafeln den 8. Aprill um 4 Uhr Nachmittags einfiel. Dieser Tag war ein Sonnabend, mithin für die Protestanten Ostern den Sonntag darauf oder den 9. Aprill. Die cyklische Berechnung hingegen gab den Ostervollmond Sonntags den 9. Aprill, mithin die Feyer des Osterfestes bey den Catholiken erst am 16. Aprill [a]). Eben dieser Fall ereignete sich im Jahre 1744, da Ostern bey den Protestanten auf den 29. März, bey den Catholiken auf den 5. Aprill fiel. Im Jahre 1778 fiel das Osterfest nach der cyklischen Berechnung auf den 19. Aprill; nach der astronomischen Berechnung eigentlich auf den 12ten, wurde jedoch durch einen eigenen Schluß der evangelischen Regenten auf den 19ten verlegt, weil sonst die Juden das Pascha zugleich würden gefeyert haben [β]). Diese ganze Weitläuftigkeit rührte bloß daher, daß man glaubte, es sey dieß eine ausdrückliche Anordnung der nicänischen Congregation. Allein in den Akten derselben findet sich darüber nichts als ein Synodalbrief der versammelten Geistlichen, welcher enthält, daß

a) *Müller* de ratione computandi paschatos exemplo anni 1724. illustrata. Altorf. 1723. 4.

β) *Borz* de die paschatos anni 1778. Lips. 1775. 4. und de paschate anni 1778 Judaico. Lips. 1776.

daß das Osterfest nicht mit den Juden, aber von der ganzen Christenheit an einem Tage gefeyert werden soll [α]). **Johann Bernoulli** [β]) wünschte daher, man möchte Ostern den ersten Sonntag nach der Frühlingsnachtgleiche, und **Ernesti** [γ]), man möchte es den Sonntag nach dem 25. März feyern.

Im Jahre 1777 endlich wurde auch der gregorianische Kalender in Rücksicht der Festrechnung unter dem Nahmen des allgemeinen Reichskalenders eingeführet, so daß von dieser Zeit an die Evangelischen mit den Catholiken das Osterfest an einem Tage feyern. England hatte bereits im Jahre 1752, und Schweden 1753 den gregorianischen Kalender angenommen, daß also der alte Styl unter den christlichen Völkern in Europa nur noch in Rußland üblich ist.

Es genüget, hier ein einziges Beyspiel für das Jahr 1799 nach dem allgemeinen Reichskalender beyzubringen, um zu sehen, wie man sich bey der Rechnung zu verhalten habe. Für allen Dingen muß man den Sonnencykel, den Sontagsbuchstaben, die güldene Zahl, die Epakten und den Ostervollmond für dieses Jahr suchen, da sich alsdann das Osterfest und hieraus die übrigen beweglichen Feste sehr leicht ergeben.

Was den Sonnencykel betrifft, so ist hiervon unter dem Artikel, **Cykel**, schon gezeiget worden, wie er zu finden sey. Für das Jahr 1799 ist er 16. Mit diesem ist nun der Sontagsbuchstabe so verbunden. Man bezeichnet nämlich die 7 Wochentage durch das ganze Jahr hindurch mit den 7 Buchstaben des großen Alphabets A, B, C, D, E, F, G, so daß alle Mahl auf den ersten Tag des Jahres der erste Buchstabe A kommt. Weil nun im gemeinen julianischen Jahre der letzte Tag mit dem Anfangstage einerley Wochentag ist, so bekommt auch der letzte Tag dieses Jah-

α) *Walch* decreti Nicaeni de paschate explicatio; in comment. nov. Goett. ann. 1769. 1770.
β) Opp. Tom. IV. n. 188. p. 497.
γ) De festo paschatos. Lips. 1777. 4.

res den nämlichen Buchstaben, welchen der erste Tag im Jahre hatte, d. i. A. Einer von diesen Buchstaben wird also gewiß auf den ersten Sonntag des Jahres, mithin auch auf alle Sonntage in eben dem Jahre fallen, welcher daher auch der **Sonntagsbuchstaben** genannt wird. Wäre also in einem Jahre der Sonntag der Anfangstag, so würde der Sonntagsbuchstabe dieses Jahres der Buchstabe A seyn, und dieser ist zugleich im gemeinen julianischen Jahre der letzte. Der erste Tag im folgenden Jahre ist also der Montag, und weil dieser den Buchstaben A erhält, so fällt auf den Sonntag der Buchstabe G, und gibt den Sonntagsbuchstaben für das zweyte Jahr ab. Es fällt also in diesem Jahre auf jeden Wochentag ein Buchstabe, welcher demjenigen vorangehet, der im vorangehenden Jahre auf den nämlichen Tag fiel. Daraus läßt sich nun schließen, daß jedes folgende Jahr einen Sonntagsbuchstaben erhält, welcher nach der Ordnung des Alphabets dem Sonntagsbuchstaben des vorigen verflossenen Jahres vorangehet. Es bekommt demnach jeder Monathstag im gemeinen Jahre seinen eigenen Buchstaben. Es erhält nämlich der 1te, 8te, 15te, 22ste, 29ste Januar den Buchstaben A, der 1te, 8te, 15te, 22ste Februar den Buchstaben D. Weil nun im gemeinen Jahre der Februar nur 28 Tage hat, so fällt auf den 1. März wiederum der Buchstabe D, mithin haben Februar und März einerley Anfangsbuchstaben. Im Gegentheil würde im Schaltjahre der 29ste Februar den Buchstaben D erhalten, folglich der Buchstabe E auf den 1. März fallen, wenn man nicht den 23sten und 24sten Februar mit ein und dem nämlichen Buchstaben E bezeichnete, und beyde Tage gleichsam für einen rechnete. Hierdurch aber erlangt man den Vortheil, daß in den folgenden Monathen April, May, Juni u. s. f. jeder Monathstag seinen eigenen Buchstaben behält. Durch das ganze Jahr hindurch sind die Buchstaben für jeden Monathstag folgende:

am

am 1. Januar	A	am 1. Julius	G
—— Februar	D	—— August	C
—— März	D	—— September	F
—— Aprill	G	—— October	A
—— May	B	—— November	D
—— Junius	E	—— December	F

Weil in dem Schaltjahre der 23te und 24te Februar für einen Tag gerechnet wird, auf welchen der Buchstabe E fällt, so folgt daraus, daß der Wochentag, auf welchen der Schalttag fällt, mithin auch jeder Wochentag nach den Schalttage, so wie der Sonntag, der nach dem Schalttage folgt, einen Buchstaben erhält, welcher nach der Ordnung des Alphabets demjenigen vorangehet, welcher auf jeden dieser Wochentage vor dem Schalttage fiel. Demnach hat das Schaltjahr zwey Sonntagsbuchstaben, den einen vor, und den andern nach dem Schalttage. Folgende Tafel, wo das erste Jahr als ein Schaltjahr angenommen wird, zeigt die Sonntagsbuchstaben der 28 Jahre des Julianischen Sonnencykels.

1	G; F	8	E	15	C	22	A
2	E	9	D; C	16	B	23	G
3	D	10	B	17	A; G	24	F
4	C	11	A	18	F	25	E; D
5	B; A	12	G	19	E	26	C
6	G	13	F; E	20	D	27	B
7	F	14	D	21	C; B	28	A

das 29te Jahr erhält wieder G; F, und es fängt also die Reihe von neuem an. Dieser Tabelle zufolge ist der Sonntagsbuchstabe für das Jahr 1799, wo die Zahl im Sonnencykel 16 ist, der Buchstabe B.

Durch den verbesserten Kalender änderte sich diese Ordnung. Da nämlich im Jahre 1582 zehn Tage aus dem October wegfielen, so giengen auch 10 Buchstaben, d. i. die ganze Reihe von sieben und außerdem noch drey verloren, und der Sonntagsbuchstabe mußte daher um drey Stellen, d. i. von G bis C weiter rücken. Im Jahre 1700 rückte er wegen Weglassung des Schalttages noch um die vierte Stelle, also

von G bis D fort. Daraus ergibt sich die gregorianische Sonntagsbuchstabentafel vom Jahre 1700 bis 1800.

1	D; C	8	B	15	G	22	E
2	B	9	A; G	16	F	23	D
3	A	10	F	17	E; D	24	C
4	G	11	E	18	C	25	B; A
5	F; E	12	D	19	B	26	G
6	D	13	C; B	20	A	27	F
7	C	14	A	21	G; F	28	E

Das Jahr 1800 wird also den Sonntagsbuchstaben D durch das ganze Jahr erhalten, weil es wieder ein gemeines Jahr seyn soll. Dennoch ist die Sonntagsbuchstabentafel vom Jahre 1800 bis 1900 folgende:

1	E; D	8	C	15	A	22	F
2	C	9	B; A	16	G	23	E
3	B	10	G	17	F; E	24	D
4	A	11	F	18	D	25	C; B
5	G; F	12	E	19	C	26	A
6	E	13	D; C	20	B	27	G
7	D	14	B	21	A; G	28	F

Für 1799, dessen Jahr das 16te im 65sten laufenden Sonnencykel ist, ist folglich der Sonntagsbuchstabe des gregorianischen Kalenders F. Hieraus kann man nun das ganze Jahr leicht in die gehörigen Monathe und Tage eintheilen.

Wie die güldene Zahl und die Epakten gefunden werden, ist unter den Artikeln **Cykel** und **Epakten** gezeiget worden. Für das Jahr 1799 ist die güldene Zahl XIV und die Epakte XXIII. Aus der Epakte mit der güldenen Zahl läßt sich nun sehr leicht die Ostergrenze (terminus paschalis) finden, d. h. der Tag, auf welchen der Vollmond nach der Frühlingsnachtgleiche einfällt oder der 14te Tag im Kirchenjahre, wenn der erste Tag des Neumonden mit gezählet wird. Im Jahre 532 war nach der eingeführten Jahrrechnung des Dionysius Exiguus die güldene Zahl = 1, und die Ostergrenze fiel auf den 5. Aprill. Demnach lassen sich die Ostergrenzen nach der julia-

julianischen Jahrform für den 19 jährigen Mondcykel sehr leicht finden; sie sind in folgender Tabelle enthalten:

Güld. Zahl.	Ostergrenze.	Güld. Zahl.	Ostergrenze.
1	5. Aprill D	11	15. Aprill G
2	25. März G	12	4. —— C
3	13. Aprill E	13	24. März F
4	2. —— A	14	12. Aprill D
5	22. März D	15	1. —— G
6	10. Aprill B	16	21. März C
7	30. März E	17	9. Aprill A
8	18. Aprill C	18	29. März D
9	7. —— F	19	17. Aprill B
10	27. März B		

Für das Jahr 1799 würde also nach der julianischen Jahrrechnung, weil die güldene Zahl 14 ist, die Ostergrenze der 12. Aprill D seyn, und da der Sonntagsbuchstabe dieses Jahres B ist, so ist der 12. Aprill ein Dienstag, mithin den Sonntag darauf oder den 17. Aprill Ostern.

Weil aber nach der gregorianischen Verbesserung die Berechnung des Osterfestes durch Hülfe der Epakten geführet wird, so hat die gregorianische Ostergrenzentafel für die Jahre 1700 bis 900 folgende Gestalt erhalten:

Güld. Zahl.	Epakt.	Ostergrenze.	Güld. Zahl.	Epakt.	Ostergrenze.
1	*	13. Aprill E	11	XX	24. März F
2	XI	2. —— A	12	I	12. Aprill D
3	XXII	22. März D	13	XII	1. —— G
4	III	10. Aprill B	14	XXIII	21. März C
5	XIV	30. März E	15	IV	9. Aprill A
6	XXV	18. Aprill C	16	XV	29. März D
7	VI	7. —— F	17	XXVI	17. Aprill B
8	XVII	27. März B	18	VII	6. —— E
9	XXVIII	15. Aprill G	19	XVIII	26. März A
10	IX	4. —— C			

Für das Jahr 1799 findet man also aus der Epakte XXIII die Ostergrenze den 21. März C. Nun ist der Sonntagsbuchstabe dieses Jahres F, also ist der 21. März ein Donnerstag, und der Sonntag darauf oder den 24. März das Osterfest.

Wenn auf diese Weise das Osterfest bestimmt ist, so ordnen sich sehr leicht darnach alle übrige bewegliche Feste. Die neun Sonntage vor Ostern, so wie die acht nachfolgenden erhalten

halten ihre eigenen Nahmen, welche man in jedem Kalender findet. Der Sonntag nach Pfingsten wird Trinitatis genannt, und hiervon werden die übrigen Sonntage bis zum ersten Advent fortgezählet, da alsdann von diesem noch drey Adventssonntage bis zum Weynachtstage folgen. Was die unbeweglichen Feste betrifft, welche jährlich auf einerley Monathstag fallen, findet man ebenfalls in jedem Kalender. Außer dem Verzeichnisse der Tage mit beygeschriebenen Nahmen wird den Kalendern noch eine Anzeige der Cykeln, der Epakte, des Sonntagsbuchstabens, der Orte der Sonne und des Mondes nebst der Stunde ihres Auf- und Unterganges für jeden Tag, des Mondwechsels, der Tage der Nachtgleichen und der Sonnenwenden, der Sonnen- und Mondfinsternisse u. s. f. beygefüget.

In Frankreich ist von dem Nationalconvent durch ein Dekret vom 24. Nov. 1793 ein neuer Kalender eingeführet worden, dessen Jahrrechnungsgrenze von der Herbstnachtgleiche des Jahres 1792 anhebt. Diese fiel auf eben den Tag, an dem das erste Dekret der neuen Republik bekannt gemacht ward, oder auf den 22. Septemb. 9 Uhr 18 Min. 30 Sek. Vormittags nach dem pariser Meridian. Weil die Länge des Sonnenjahres von 365 Tagen 5 Stund. 46 Min. 49 Sekund. in einer Periode von 86400 Jahren 20929 Schalttage erfordert, so wird am Ende des Jahres ein Tag eingeschaltet, so oft die Herbstnachtgleiche ohne dieß auf den 2ten Tag des neuen Jahres fallen würde. In den ersten 129 Jahren wird dieß richtig alle 4 Jahre geschehen können, und es ist daher eine Periode von 4 Jahren unter dem Nahmen der Franciade eingeführet. Das gemeine Jahr wird in 12 Monathe, jeden zu 30 Tagen, eingetheilt, welchen am Ende des Jahres noch 5 Anhängetage, im Schaltjahre aber 6 dergleichen beygefüget werden. Statt der Wochen wird der Monath in drey Theile, jeden von 10 Tagen oder Decaden, getheilet, und überhaupt sind alle übrige Abtheilungen dem Decimalsystem angemessen. Die Nahmen der Monathe sind so gewählt, daß sie nicht nur durch ihre Ableitung

sondern selbst durch den Ton, welchen sie im Ausspruche geben, Jahreszeit, Temperatur und Zustand der Vegetationen bezeichnen. Für das Jahr 1795 findet man diesen Kalender (calendrier republicain) neben dem gewöhnlichen (vieux stile) in der Connoissance des temps à l'usage des Navigateurs et des Astronomes pour l'année 1795 du 12 Nivose de l'an 3 ou 10 Nivose de l'an 4 de l'Ere Republicaine 1794. 8.

Noch hat Herr Prof. **Rüdiger** in Leipzig den bekannten hundertjährigen Kalender, welcher so viele Thorheiten enthielt, mit Beybehaltung des Nahmens: **Christoph von Hellwig** hundertjähriger Kalender, Leipz. 1786. 8, durch etwas Besseres zu verdrängen gesucht, auch einen immerwährenden *) herausgegeben, in welchem 35 Kalender, so viel derselben nämlich nach den Stellungen des Osterfestes möglich sind, nebst einer Anweisung gegeben worden, auf welche Jahre des angegebenen Zeitraums ein jeder derselben passe.

M. s. *Wolfii* elementa matheseos vniuersae; elem. chronologiae. *Montucla* histoire des mathematiques. Tom. I. P. I. cap. 3. §. 13. P. III. cap. 4. §. 11. **Kästners** Anfangsgründe der angewandten Mathematik; die Chronologie. Meine Anfangsgründe der optischen und astronomischen Wissenschaften. Jena 1794. 8.; die Chronologie.

Kalk, (calx, chaux). In der Natur trifft man auf eine eigene Art von Erden oder Steinen, welche immer mit Säuren, besonders mit Kohlensäure und Wasser verbunden sind, und die man **rohe Kalkerde** oder **rohen Kalk** nennt. Bey der Auflösung in andern Säuren brausen sie wegen des kohlensauren Gas, welches sich dabey entwickelt. Sie sind geschmacklos, und im Wasser unauflöslich; und können dieserwegen nicht zu den Salzen gerechnet werden. Wegen der Unauflöslichkeit im Wasser sind wir nicht im Stande, sie künstlicher Weise in krystallinischer Form darzu-

*) Immerwährender Osterkalender, nebst einer Ostertabelle für die Jahre 1700 bis 2000. Leipz. 1789. gr. 8.

darzustellen, so wie sie uns die Natur in sehr mannigfaltiger Art krystallisiret liefert, wie Kalkspathkrystalle beweisen. Die durchsichtigen Kalkspathe enthalten nach **Bergmann** 0,10 bis 0,11 Krystallisationswasser, 0,34 bis 0,36 Kohlensäure und 0,54 bis 0,56 Kalkerde. Weil das Wasser und die Kohlensäure des rohen Kalkes im Wasser flüchtig sind, so läßt sich daraus durch das Brennen im Feuer eine lockere zerreibliche Materie darstellen, welche einen beträchtlichen Theil des vorigen Gewichtes verloren hat, die sich nun in den Säuren ohne Aufbrausen, und mit beträchtlicher Erhitzung und Aufwallung auflöset, und einen sehr scharfen und brennenden Geschmack hat. Sie ist unter dem Nahmen **gebrannter Kalk, lebendiger** oder **ungelöschter Kalk** (calx viua, vsta, chaux viue) bekannt. Gießt man auf den gebrannten Kalk etwas Wasser, so dringt dieses in jenen mit einem Gezische hinein, wodurch er zerspaltet, mit sehr starker Erhitzung aufschwillt, und zu einem feinen Teig oder Brey zerfällt, den man alsdann **gelöschten Kalk** nennt (calx extincta). Wird nachher Wasser in hinlänglicher Menge zugeschüttet, so löset er sich, wenn er rein und gut gebrannt ist, völlig im Wasser auf, obgleich nur in sehr geringer Menge, indem 680 Theile siedendes Wasser zu einem Theile Kalk erforderlich sind. Die Auflösung selbst heißt **Kalkwasser** (aqua calcis, eau de chaux). Gießt man dieses Kalkwasser von dem nicht aufgelöseten gelöschten Kalke sogleich ab, als es sich gesetzet hat, so ist es völlig durchsichtig und farbelos, und hat einen eigenen scharfen, schrumpfenden und alkalischen Geschmack; es färbt den Veilchensaft grün, macht die rothe Farbe des Fernambucks bläulich, und die gelbe der Curcuma braun. Wird das Kalkwasser einer Destillation unterworfen, so erhält man reines Wasser, und es bleibt eine reine Kalkerde zurück. Wenn das Kalkwasser in genau verschlossenen und ganz damit voll gefüllten Gefäßen verschlossen wird, so erleidet es gar keine Aenderung; stellt man es hingegen an die freye Luft, so erzeuget sich auf der Oberfläche desselben ein Häutchen, welches **Kalkrahm**

(cremor

(cremor calcis) heißt, welches immer dicker und dicker wird, endlich wegen seines vermehrten Gewichtes im Kalkwasser niedersinket, und einem neuen Häutchen Platz machet. Dieß dauert so lange, bis zuletzt aller vorher aufgelösete Kalk sich wieder abgeschieden hat, und das Wasser zu reinem Wasser geworden ist. Dieser Kalkrahm verhält sich aber nicht mehr wie der gebrannte Kalk. Er brauset nun wieder mit Säuren, löset sich im Wasser nicht mehr auf und ist geschmacklos, kurz er zeiget sich völlig wie der rohe Kalk. Eben dieß widerfähret auch dem gebrannten Kalk, welcher der freyen Luft ausgesetzet ist. Er schwillt nämlich immer mehr und mehr auf und zerfällt jedoch ohne alle Erhitzung. Sein Gewicht nimmt dabey beträchtlich zu, und zuletzt erlangt er die nämliche Eigenschaft des rohen Kalkes wieder. Man nennt ihn **zerfallenen Kalk, Mahlkalk, Staubkalk** (chaux éteinte à l'air). Frisch zerfallener Kalk unterscheidet sich aber allerdings von dem, welcher der Luft schon lange ausgesetzet gewesen ist. Wird der lebendige Kalk vor dem Zugange der Luft verwahret, so läßt er sich unverändert erhalten.

Wenn zum frischen und klaren Kalkwasser etwas kohlensaures Gas gemischt wird, so wird dieses sogleich verschluckt, das Kalkwasser wird getrübt und der vorher im Wasser aufgelöset gewesene Kalk fällt als roher Kalk nieder; mischt man aber noch mehreres kohlensaures Gas damit, und schüttelt es, so wird alles wieder klar und durchsichtig, und die niedergeschlagene rohe Kalkerde löset sich vollkommen wieder auf. Diese neue Auflösung schmeckt nicht mehr wie Kalkwasser, und wirkt auch nicht mehr wie dasselbe auf Pflanzenpigmente. Wird sie zum Kochen gebracht, so trübt sie sich wieder, und der aufgelösete Kalk fällt sämmtlich als roher Kalk nieder. Es wird also hier die Kohlensäure ein Auflösungsmittel für die rohe Kalkerde, oder die mit Kohlensäure übersetzte Kalkerde ist im Wasser auflöslich. Durchs Sieden wird diese überflüssige Kohlensäure wieder aus dem Wasser als Gas verjagt.

Wird in frisches und klares Kalkwasser die Auflösung irgend eines kohlensauren Alkalis getröpfelt, so entsteht sogleich ein Niederschlag von roher Kalkerde, und das Alkali verlieret seine Kohlensäure oder wird äßend. Eben so entstehet ein Niederschlag, wenn man trockenes, äßendes, fixes Alkali ins Kalkwasser bringt, aber dieser ist nun kein roher, sondern reiner Kalk; denn er brauset nicht mit Säuren, und löset sich auch bey mehrerem reinen, zugesetzten Wasser wieder auf.

Alle diese merkwürdigen Erscheinungen, welche der Kalk bey der Verwandlung in ungelöschten Kalk erleidet, so wie die Veränderungen des Kalkwassers und des gebrannten Kalkes an der Luft waren Erscheinungen, womit sich die Chemiker von jeher nicht wenig beschäftiget haben. **Van Helmont, Daniel Ludovici** [α]) und **du Fay** [β]) nahmen dieserwegen ein eigenes Salz an, welches durchs Brennen im Kalke entwickelt würde; **Homberg** [γ]) und **Lemery** [δ]) waren der Meinung, daß wegen der Erhitzung des gebrannten Kalkes im Wasser und der Aeßbarkeit des Kalkwassers in den Zwischenräumen des Kalkes, von dem Brennen her, Feuertheile eingeschlossen sich befänden.

Johann Friedrich Meyer [ε]) errichtete auf seine vielen und mannigfaltigen Versuche eine Theorie der Aeßbarkeit, deren Natur er in einer eigenen Materie suchte, welche im Küchenfeuer, aber nicht im Sonnenfeuer enthalten sey. Diese Materie war nach ihm das reinste mit einer Säure verbundene Feuerwesen, und nannte sie das Kausticum oder die **fette Säure** (acidum pingue). Diese fette Säure soll aus dem Küchenfeuern beym Brennen, selbst durch die Gefäße in den Kalk eindringen, ihn äßend und im Wasser auflöslich machen. Beym Löschen soll sie sich entwickeln, die Er-

α) Ephemerid. Acad. naturae curios. ann. 1675. et 1676. obs. 244.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1724.
γ) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1700.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1709.
ε) Chymische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalkes rc. Hannov. 1764. 1770. 8.

Erhitzung verursachen, und dergleichen Erscheinungen dem Kalke mehr ertheilen. Allein **Macquer** setzt dieser Theorie mit Recht entgegen, daß das Feuer die Materien, mit welchen es sich binde, nicht ätzend mache, sondern vielmehr durch das Binden seine eigene Wirksamkeit verliere; daß sich das Kalkwasser, das sich der freyen Luft ausgesetzt zersetze, auch in verschlossenen, vor dem Zugang der Luft gesicherten Gefäßen zersetzen müsse, wenn das Kausticum durch die Wände der Gefäße dringen könnte; daß sich endlich auch der rohe Kalk durch die Wirkung der Brenngläser in ungelöschten Kalk verwandeln lasse, welchen Versuch **Well** [α]) zuerst angestellet hat.

Da der gebrannte Kalk eine große Abnahme seines vorigen Gewichtes zeiget, so ist natürlich, daß er während des Brennens etwas verloren haben muß. Daher auch schon **Stahl** die salzartigen Eigenschaften des Kalkes, so wie aller Salze aus der Verbindung des wässerigen und erdigen Grundstoffs erkläret, und zugleich annimmt, daß das Wässerige durch das Brennen hinweggeführet werde, daß aber diese Trennung die Neigung des erdigen Grundstoffs gegen das Wasser nicht aufhebe, sondern sie vielmehr durch Verfeinerung der Erde noch mehr vergrößere, woher die in der Kalkerde bereits angefangene salzartige Mischung im lebendigen Kalke noch vollkommener werde, wenn man ihn aufs neue mit Wasser vermische.

Nachdem die Gasarten erfunden wurden, so fieng man auch an, von allen diesen Erscheinungen mehr Aufklärung zu erhalten. **D. Black** [β]) in Edinburgh zeigte im Jahre 1756 zuerst, daß die von ihm genannte fixe Luft hierbey vorzüglich im Spiele sey, indem eben diese so wohl beym Brennen des Kalkes, als auch beym Aufgießen der Säure auf selben sich daraus entwickele. Den Kalk nahm er von Natur scharf, und im Wasser auflöslich an, war aber der Meinung, daß die

α) Rechtfertigung der blackischen Lehre. Wien 1771. 8.

β) Experim. on Magnesia alba etc. in den essays and observat. read before a society in Edinb. Vol. II. p. 157.

die fixe Luft im rohen Kalke diese Schärfe und Auflöslichkeit mildere, und mit ihm gleichsam ein Mittelsalz bilde. Durchs Brennen gehe die fixe Luft nebst dem Wasser, und dadurch zugleich ein Theil des Gewichtes verloren; daher zeige nun der Kalk seine Auflöslichkeit im Wasser und seine Aetzbarkeit. An der freyen Luft sauge er wieder fixe Luft ein, und verwandele sich daher wieder in rohen Kalk. Das Aufbrausen mit den Säuren rühre bloß von der Entwickelung der fixen Luft her, und sey beym gebrannten Kalke deßwegen nicht anzutreffen, weil dieser keine fixe Luft mehr enthalte. Diese Theorie ist durch neuere Versuche immer mehr bestätiget worden.

Nach **Bergmann** [α]) ist der rohe Kalk ein schwer auflösliches Mittelsalz, das ungefähr 55 Theile reine Kalkerde, 11 Theile Wasser und 34 Theile Luftsäure enthält. Durchs Brennen gehen das Wasser und die Luftsäure hinweg, daher auch **Bergmann** den rohen Kalk **luftsäurehaltigen** oder **milden**, den gebrannten **reinen** Kalk nennt. Obgleich die Luftsäure rohen Kalk aus dem Kalkwasser niederschläget, wodurch er im Wasser unauflöslich wird, so löset doch die Uebersättigung mit Luftsäure den rohen Kalk selbst wieder auf, und verbindet ihn mit dem Wasser, ohne daß er seine Aetzbarkeit wieder erhält. Auf solche Art können die Wasser, und besonders die Sauerbrunnen eine große Menge rohen Kalk in sich aufgelöset enthalten. Diese Theorie ist von Jacquin [β]) durch entscheidende Versuche dargethan worden.

Das einzige Phänomen, daß durchs Aufgießen des Wassers auf den gebrannten Kalk Erhitzung entstehe, blieb noch unerklärbar, und dieserwegen waren noch viele Chemiker Meyers Theorie zugethan, daß sich nämlich bey dem Brennen Feuertheile mit dem Kalke verbänden, und beym Löschen wieder entwickelt würden, woraus auch noch viele die Aetzbarkeit des Kalkes herleiteten, welche man immer noch als eine Wirkung des Feuers annahm.

Da

α) De acido aëreo, §. 11.

β) Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui. Vindob. 1769. 8.

Da man aber nachher richtigere Vorstellungen von der Aetzbarkeit und von der Bindung des freyen Wärmestoffs und Entlassung desselben erhielt, so war man im Stande, auch diese Erfahrung weit natürlicher als nach Meyers Hypothese zu erklären. Das Wasser nämlich, welches der gebrannte Kalk beym Löschen mit vieler Kraft in sich zieht, wird in ein festes oder Krystallisationswasser verwandelt, wodurch also nothwendig der gebundene Wärmestoff als fühlbare Wärme frey werden muß. Die Aetzbarkeit des lebendigen Kalkes kann aber für sich nichts weiter, als für eine Wirkung der Wahlverwandtschaften gehalten werden.

Wenn der gebrannte Kalk mit nicht zu vielem Wasser gelöschet wird, so bemerket man im Dunkeln während des Löschens an ihm ein Leuchten. Herr **Gren** vermuthet, daß der gebrannte Kalk Brennstoff enthalte, welchen er vielleicht beym Brennen aus der Zersetzung des Lichtes eingesogen habe, und bey der Erhitzung durch den Wärmestoff wieder zum Lichte werde, indem er das Licht als eine Zusammensetzung des Brennstoffs und der Wärmematerie betrachtet.

Nach Versuchen des Herrn **Achard** *) scheint der gelöschte Kalk auf die Lebensluft und Stickstoffluft keine Wirkung zu haben, und also auch nicht die atmosphärische Luft weiter zu ändern, als daß sie daraus die Kohlensäure und das Wasser in sich nimmt. Jedoch hat man noch nicht erklären können, woher der eigene Geruch in der frischen Kalktünche komme.

Der gebrannte und gelöschte Kalk wird im gemeinen Leben vorzüglich zum **Mörtel** (caementum) angewendet. Es besitzet nämlich dieser eine Fähigkeit, das Wasser zu binden, und mit den kieselartigen Steinen stark zusammen zu hängen. Man bereitet diesen Mörtel so, daß man den zu einem Teige gemachten gelöschten Kalk mit nicht zu feinem Sande sorg-

*) Versuche, um zu bestimmen, was das Löschen des gebrannten Kalkes für Wirkungen auf die gemeine Luft und die verschiedenen Luftarten hervorbringt; in Crells chemisch. Annalen 1787. B. I. S. 99.

fältig vermengt. Erst nach dem völligen Austrocknen verhärtet er gehörig. Es kann nämlich der Kalk nur eine bestimmte Menge Wasser in sich nehmen und binden; so lange er nun noch eine überflüssige Menge davon enthält, so ist auch dadurch seine Consistenz noch weich, und er läßt sich durch Wasser wieder abspühlen. Ist aber dieß überflüssige Wasser verdunstet, so erleidet der Kalk eine Art von Krystallisation, wird durch die allmählige Aufnahme der Kohlensäure aus der Luft wieder zum rohen Kalk, und verhärtet nun mit der Kieselerde zu einer starken steinartigen Masse. Daraus sieht man, daß der Kalkmörtel zum Wasserbau untauglich ist, wenn er mit dem Wasser in Berührung kommt, noch ehe er völlig ausgetrocknet ist. Dieserwegen hat Herr **Loriot** [a]) zum wasserfesten Mörtel beym Wasserbau vorgeschlagen, zu dem gewöhnlichen Mörtel aus dem gelöschten Kalke und Sand noch ein Drittel frischen ungelöschten und gepulverten Kalk zu zusetzen, welcher das überflüssige Wasser des erstern sogleich in sich nimmt, damit schnell erhärtet, und daher auch gleich verbrauchet werden muß. Uebrigens ist es zur Bereitung eines guten Mörtels nöthig, daß der dazu gebrauchte Kalk gehörig gebrannt sey, daß er frisch gelöschet sey, ehe er noch zerfallen ist, daß, wenn der gelöschte Kalk aufbewahret werden soll, beym Löschen überflüssig Wasser zugesetzet sey, damit er beym Aufbewahren nicht erhärte; daß er nach dem Löschen sorgfältig vor dem Austrocknen und vor dem Einsaugen der Kohlensäure verwahret werde, wodurch er nach und nach die Natur des rohen Kalkes wieder erhalten würde; ferner daß der Sand, welcher beym Gebrauche zugesetzet wird, nicht zu fein und nicht zu grob sey; aber auch nicht in zu großer und geringer Menge darunter kommt. Hieraus erhellet zugleich, warum Mauerwerk, dessen Mörtel gefrieret, ehe er ganz ausgetrocknet ist, keine Festigkeit erlangt, indem die überflüssigen Wassertheilchen zu Eis werden, dann die Kalktheilchen von einander entfernet halten, und folglich das Zusammenbacken derselben verhindern.

Außer-

a) Mém. sur. une découverte dans l'art de batir à Paris 1774. 8.

Außerdem wird auch der gebrannte Kalk bey andern Gewerben gebrauchet, als beym Seifensieden, beym Lederbereiten, in der Färbekunst u. s. w.

M. s. **Macquer** chymisches Wörterbuch durch **Leonhardi** Art. **Kalch, steinartiger** oder **erdiger.** **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie; Halle, 1794. Th. I. §. 355 u. f.

Kalke, metallische, Metallkalke, metallische Erden, metallische Halbsäuren (calces metallicae, oxida metallica, chaux métalliques, oxides métalliques). Alle Metalle, nur Silber, Gold und Platina ausgenommen, erleiden früher oder später eine sehr merkwürdige Veränderung, wenn sie beym Zutritt der respirabeln Luft der Schmelzhitze ausgesetzet werden. Nimmt man z. B. eine beliebige Menge Bley, läßt es in einem Calcinirscherben schmelzen, so wird sich seine glänzende spiegelnde Oberfläche gar bald verlieren, und mit einer grauen erdigen Haut überzogen werden. Streicht man diese zurück, so kommt auch sogleich der metallische spiegelnde Glanz zum Vorschein, währet aber nicht lange, indem sich wieder ein solches erdiges Häutchen über der Oberfläche verbreitet, welches man abermahls zurückstreichen kann. Sezt man diese Arbeit auf solche Weise fort, so läßt sich zulezt alles Bley in dergleichen grauen erdigen Staub verwandeln. Dieser Staub hat ganz das Ansehen einer lockern und zerreiblichen Erde, der metallische Glanz, der Zusammenhang und die übrigen in die Augen fallenden Erscheinungen, welche dem Bley als Metall zukommen, sind verloren gegangen. Metall, welches auf irgend eine Weise diese Veränderungen erlitten hat, heißt **Metallkalk**, aber nach dem antiphlogistischen Systeme, aus bald anzuführenden Ursachen, **metallische Halbsäure.**

Die metallischen Kalke haben theils nach der Verschiedenheit der Metalle, theils aber auch nach dem Grade der bey der Verkalkung angewandten Hitze verschiedene Farben, und werden dieserwegen auch wohl verschiedentlich benannt

So heißen einige gelbe, röthliche oder braune **Safrane** (croci), die weißen oder grauen **Metallasche** (cinis).

Alle metallische Kalke haben wegen ihres lockern Zusammenhanges ein geringeres eigenthümliches Gewicht, als die regulinischen Metalle, woraus man sie erhalten hat. Die Kalke der im Feuer flüchtigen Metalle sind viel feuerbeständiger als die Metalle selbst, und alle erfordern zum Schmelzen eine weit größere Hitze, als ihre Metalle. Uebrigens findet bey allen Metallkalken eine Zunahme ihres absoluten Gewichtes Statt, und zwar bey einigen mehr, bey andern weniger, vorausgesetzet, daß nichts Wesentliches von dem Metalle, zumahl bey den flüchtigen, verloren gegangen ist. So findet man z. B. bey dem Bley, daß dieses nach vollendeter Verkalkung in Ansehung seines Gewichtes gerade um $\frac{1}{10}$ zugenommen hat.

Außer den Schmelzungsgraden des Feuers lassen sich auch die Metalle durch die Verpuffung mit dem Salpeter, durch Auflösung derselben in Säuren, und einige Metalle durchs Wasser in Metallkalke verwandeln.

Auch ist ein und dasselbe Metall eines verschiedenen Grades der Verkalkung fähig, wodurch seine Eigenschaften, seine Farbe, sein Verhalten gegen andere Körper gar sehr abgeändert werden. So verwandelt sich zuerst das Bley in einen grauen, nachher in einen gelben, und alsdann in einen röthlichen Bleykalk; das Quecksilber durch geringere Wärme beym Zutritt der Luft in einen schwarzen, durch stärkere Hitze in einen rothen Kalk.

Unter allen Erscheinungen der Metallkalke ist die Zunahme des absoluten Gewichtes bey der Verkalkung eine der merkwürdigsten. Sie ist schon sehr frühzeitig wahrgenommen worden, und man hat sie auf verschiedene Art zu erklären gesuchet. Im Jahre 1630 leitete sie **Jean Rey** a) von der Luft her, welche die Zinn- und Bleykalke bey der Verkalkung einsaugten. Diese Meinung verließ man aber bald wieder, und

a) Essais sur la recherche de la cause, pour la quelle l'éstain et le plomb augmentent de poids, quand on les calcine, à Bazas. 8.

und erklärte diese Gewichtszunahme mit **Boyle** α) und **Lemery** β) aus beygetretenen Feuertheilen. Als man nachher die Verkalkung allgemein als eine Entweichung des Phlogistons aus den reguliniſchen Metallen annahm, so schien es einigen widersprechend zu seyn, daß beym Verluste des Phlogistons dem Kalke mehr Feuertheile beytreten sollten γ), und es blieb die Sache bey einer großen Menge darüber vorgetragener Hypothesen immer noch räthselhaft. **Meyer** glaubte, daß sein Kausticum, welches er von dem brennbaren Wesen unterschied, aus dem Küchenfeuer in die Kälte übergienge, und dadurch die Gewichtszunahme bewirke. Die Herrn **Morveau**, **Maret** und **Durande** δ) hielten das Phlogiston für eine Materie ohne alle Schwere, oder gar als eine solche, welche absolut leicht wäre, und folglich das Gewicht der Körper durch seinen Beytritt verminderte, und durch die Entweichung vermehre. Wie wenig haltbar aber diese Meinung sey, s. m. den Artikel **Brennstoff**.

Nachdem aber die Eigenschaften der verschiedenen Gasarten entwickelt wurden, so erhielt man auch von dieser Erscheinung richtigere und der Natur angemessenere Vorstellungen. Man nahm zwar anfänglich an, wie auch schon **Rey** gethan hatte, daß die Metalle das Gas als Gas in sich nähmen und fixirten, das bey der Reduktion der Metallkalke mit Aufbrausen wieder davon ginge. **Priestley** hielt diesen eingesogenen Theil für Luftsäure oder fixe Luft, weil sich fast bey allen Reduktionen dergleichen in Menge entbindet; **Lavoisier** ε) und **Bayen** ζ) aber suchten es durch

α) New experiments to make fire and flame stable and ponderable Lond. 1673. 8.; u. in Boyle's Works. Vol. III.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1712.

γ) Diss. sur la cause de l'augmentation de poids, que certaines matières acquiérent dans leur calcination par le P. *Béraud*. à la Haye 1748. 8. *Vogel* prog. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcinat. examinat. Goett. 1753. 4.

δ) Elémens de chymie théorique et prâtique. à Dijon 1777; übers. von Weigel. Leipz. III. Th. 1778 — 1780.

ε) Opuscules chem. et phys. Tom. I. p. 285. T. II. p. 311 sq.

ζ) In *Rozier* Journal de phys. Tom. III. p. 120. Tom. VI. p. 487. Tom. VII. p. 390 sqq.

eine zahlreiche Menge von Versuchen wahrscheinlich zu machen, daß dem Metalle bey der Verkalkung ein Antheil von dephlogistisirter Luft aus der Atmosphäre beytrete. Zum Beweise dieser Meinung dienten vorzüglich diese Umstände, daß keine Verkalkung ohne Zutritt der Luft Statt fand, daß sich bey der Reduktion Gasarten entwickelten, deren Gewicht gerade so viel betrug, als das Uebergewicht der Kalke, und daß bey der Verkalkung eine Menge von Luft verschluckt wurde, welche mit der Menge des erhaltenen Kalks im Verhältnisse stand. **Lavoisier** brachte genau abgewogenes Zinn in eine gläserne Retorte, und setzte diese verschlossen dem Feuer aus. Die Verkalkung hörte bald auf, und die Retorte selbst wog noch so viel als vorher, ein Beweis, daß die Gewichtszunahme des Kalkes nicht durch den Beytritt der Feuertheile herrühre. Nachdem er aber die Spitze der Retorte abbrach, so drang die äußere Luft mit einem Zischen hinein, und obgleich die Retorte ihr voriges Gewicht behalten hatte, fand sich doch beym Zinne eine Gewichtszunahme. **Bayen** untersuchte besonders die Quecksilberkalke und erhielt bey der Reduktion derselben allezeit eine Menge Gas, welche der Menge der zu reducirenden Metallkalke und dem Unterschiede des Gewichtes angemessen war. Daraus schließen **Lavoisier** und **Bayen**, daß die Metallkalke ihre Gewichtszunahme allein durchs Hinzukommen einer Gasart erhielten, und daß das Phlogiston der Chemie ein Unding sey.

Bey der Verkalkung des Zinnes in einer gläsernen Retorte zeigte die zurückbleibende Luft alle Eigenschaften der phlogistisirten, hatte am Gewicht und Umfange abgenommen, dagegen das verkalkte Metall an beyden zugenommen, und zwar am Gewicht so viel, als die Luft abgenommen hatte. **Lavoisier** erklärte diese Erscheinung so: der reine Theil der atmosphärischen Luft trete dem Metalle bey, vermehre dadurch dessen Gewicht gerade so viel, als der reine Antheil der Luft betrug, lasse den irrespirabeln Theil zurück, und vermindere dadurch zugleich den Umfang der atmosphärischen Luft. Dieser Erklärung setzte schon anfänglich Herr

Gren

Gren mit Recht entgegen, es sey ganz widersprechend, daß in der Glühehitze, welche alles ausdehne, und den Stoffen vielmehr die Luftgestalt zu geben geschickt sey, irgend eine Luftart figiret werden und ihre elastische Form verlieren solle, wiewohl er darin irrte, daß er dem Phlogiston, das bey dem Verkalken aus dem Metalle entweiche, eine absolute Leichtigkeit oder negative Schwere beylegte, so daß er die Gewichtszunahme als eine unmittelbare Folge des Verlustes des Brennstoffs annahm. M. s. **Brennstoff**. Jedoch hat Herr **Gren** zuletzt auch diese Meinung von der negativen Schwere als Phlogistons zurückgenommen, und ist in Ansehung der Theorie des Verkalkens der Metalle in den Hauptstücken dem antiphlogistischen Systeme beygetreten.

Neuere Chemiker, als **J. G. Gmelin** [α]), **Wiegleb** [β]), **Weigel** [γ]), **Bergmann** [δ]) und andere haben die Meinung derjenigen, welche die Gewichtszunahme der Metallkalke aus dem Beytritt der Feuertheile erklärten, unter gewissen Modifikationen angenommen, daß sie z. B. statt der Feuertheile Wärmestoff setzen.

Einige andere Chemiker vermutheten, daß das, was dem Metalle beytrete, ein aus dem Phlogiston und der reinen Luft durch die Verbrennung erzeugtes Wasser seyn könne. Diese Vermuthung haben einige geäußert, nachdem die Herrn **Cavendish**, **Watt**, **Lavoisier** und **la Place** beym Abbrennen der brennbaren und dephlogistisirten Luft Wasser erhielten. Besonders ist diese Meinung vom Herrn **Westrumb** [ε]) stark vertheidiget worden. Herr **Gren** wendet dagegen ein, man bemerke beym Verkalken keinen Wasserdampf, und beym Verbrennen des Phosphors in trockenen mit Quecksilber gesperrten Gefäßen überhaupt nichts Flüssiges; auch erhalte man aus frischen und noch heißen Metall-

α) Commentat. Petropol. Tom. V. p. 263.
β) Handbuch der allgemeinen Chemie. Th. I. §. 363.
γ) Chemisch mineralogische Beobachtungen. Th. I. S. 38. Th. II. S. 4 f.
δ) De praecipitatis metall. in opuscul. Vol. II. p. 394.
ε) Kleine physik. chemische Abhandl. B. II. H. 1. S. 1 f. S. 119 f.

kalken beym Verglasen kein Wasser, wenn man trockene und wohl ausgeglühete Gefäße gebrauche. Das Bleyglas, welches nichts am Gewichte verliere, könne in 110 Pfund unmöglich 10 Pfund Wasser enthalten, da es überhaupt nicht viel mehr Raum einnehme, als 12 Pfund Wasser, und es sey widersprechend, daß das Wasser in der Glühehitze seinen dampfförmigen Zustand verlassen, und sich mit einem festen Körper verbinden solle.

Herr **Wilkens** a) führet in einem Aufsatze an, daß sich die Gewichtszunahme der Metalle nach dem Verkalken im phlogistischen Systeme sehr gut erklären lasse, wenn man nur annehme, das Phlogiston sey unter allen Stoffen der leichteste, und wäge weniger als die atmosphärische Luft, welche in die durch seine Entwickelung entstandenen leeren Zwischenräumchen trete. Er sucht dieß im Allgemeinen durch Formeln zu beweisen, und muthmaßet, daß sich selbst **Stahl** die Sache so erkläret habe. Allein es läßt sich gar auf keine Weise gedenken, daß die atmosphärische Luft bey der Glühehitze figiret werden könne.

Unstreitig erkläret die antiphlogistische Chemie die Gewichtszunahme der Metallkalke am glücklichsten und natürlichsten. Mit dem Verkalken der Metalle hat es nämlich eben die Bewandtniß, wie mit dem Verbrennen. Sehr viele angestellte Versuche beweisen unläugbar

1. daß beym Ausschluß der respirabeln Luft keine Verkalkung der Metalle durch bloßes Feuer möglich ist. In einem völlig verschlossenen Gefäße, welches keine respirable Luft enthält, geht keine Verkalkung irgend eines Metalles vor. Unter einer Decke von Glas, Schlacken, Kohlengestübe u. d. gl. geschmolzen bleibt daher das regulinische Metall regulinisch. Eben wegen des nothwendigen Zutritts der respirabeln Luft zum Verkalken geschieht dasselbe nur immer an der Oberfläche des schmelzenden Metalles, wo die Luft Zutritt hat.

2.

a) Aufsätze, mathem. phys. chemisch. Inhalts. Heft 1. Götting. 1790. gr. 8. S. 63 f.

2. Daß beym Prozeß des Verkalkens die Lebensluft verschwindet, und in einer bestimmten Menge derselben auch nur eine bestimmte Menge des regulinischen Metalls verkalket werden kann.

3. Daß das Uebergewicht des Metallkalkes über das Gewicht des regulinischen Metalls, was zum Verkalken angewendet wird, dem Gewichte des dabey verschwindenden Antheils der Lebensluft correspondiret.

4. Daß bey der Wiederherstellung des Metallkalkes sich Basis der Lebensluft entwickelt, welche entweder als reine Lebensluft austritt, wenn sich der Metallkalk für sich allein ohne Zusatz durch bloßes Glühen wieder herstellen läßt, oder als kohlensaures Gas, wenn er dazu einen Zusatz von Kohle erfordert.

Nach der antiphlogistischen Chemie sind die Metalle einfache und unzerlegte Substanzen, welche bey einem gewissen Grade der Temperatur starke Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen. Kommen sie also zu einem gewissen Grad von Hitze, so wird ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff stärker, als die des Wärmestoffs zum letzten ist; alle Metalle also, Gold, Silber und Platina ausgenommen, zersetzen die Lebensluft schneller oder langsamer, nehmen den Sauerstoff auf, und machen den Wärmestoff frey. Durch diese Verbindung mit dem Sauerstoffe verändern die Metalle ihre vorige Eigenschaften, verlieren ihren metallischen Glanz, nehmen ein erdiges Ansehen an, und erhalten eine Zunahme des Gewichtes. Nach diesem Systeme werden also die Metallkalke als zusammengesetzte Substanzen aus regulinischem Metall und Sauerstoff angenommen. Die Metalle werden aber bey diesem Prozesse des Verkalkens in der Luft nicht ganz mit Sauerstoff gesättiget, indem die Verwandtschaft des Sauerstoffs mit den Metallen nicht viel größer, als die zum Wärmestoffe ist. Sie verwandeln sich also in keine Säuren, wie Schwefel, Phosphor und Kohle, sondern bilden Mittelsubstanzen, die sich dem salzigen Zustande zu nähern anfangen, aber noch nicht alle Eigenschaften eines

Salzes

Salzes erhalten haben. Hieraus erkläret sich die Benennung der Metallkalke nach dem antiphlogistischen Systeme durch oxydes métalliques (oxida metallica), welches man durch **metallische Halbsäuren** übersetzet hat, und die Verkalkung selbst durch **Oxydation** (oxydatio, oxidation). Hieraus erhellet nun, warum der Zutritt der Lebensluft zum Verkalken nothwendig ist, worin ihr Verschwinden dabey bestehe, woher die Zunahme des Gewichtes der Metallkalke rühret, und warum diese Zunahme des Gewichtes der Abnahme desselben der zum Verkalken angewandten Luft proportional ist.

Weil alle Metalle die nämlichen Erscheinungen zeigen, wenn sie gesäuert werden, so ist wahrscheinlich, daß die Ursache dieser Erscheinungen auch bey allen Metallen ein und dieselbe ist, und nicht bey jedem Metalle verschieden, wie vormahls Herr **Kirwan** behauptete. Wenn die Metalle auf irgend eine andere Art, als in dem Sauerstoffgas gesäuret werden, so geht dieselbe Veränderung mit ihnen vor. Dem zufolge ist wahrscheinlich, daß die Säurung der Metalle, sie geschehe durch die Luft, durch das Feuer, durch das Wasser oder durch die Säuren, weiter nichts ist, als eine Verbindung des Sauerstoffs mit dem Metalle.

Die metallischen Halbsäuren sind unter einander verschieden: 1) vermöge der größern oder geringern Menge von Sauerstoff, den sie enthalten, 2) vermöge der mehr oder weniger engen Verbindung, in welcher der Sauerstoff mit dem Wärmestoffe steht. Einige metallische Halbsäuren verlieren den mit ihnen verbundenen Sauerstoff durch die bloße Berührung des Wärmestoffs; da hingegen andere metallische Halbsäuren den mit ihnen verbundenen Sauerstoff von einer höhern Temperatur nicht verlieren, 4) jede metallische Halbsäure kann mehr oder weniger mit Sauerstoff gesättiget seyn, d. h. die geringst mögliche Menge des Sauerstoffs, die sich mit dem Metalle verbindet, hängt von der Temperatur ab, in welcher das Metall mit dem Sauerstoffe

in

in Berührung gebracht wird. Je höher die Temperatur ist, desto mehr Sauerstoff verbindet sich mit dem Metalle.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chymie. Halle 1795. 8. Th. III. §. 2156 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 262 f.

Kalkerde (terra calcarea, terre calcaire, chaux) ist eine eigene, von den übrigen wesentlich verschiedene Erde, welche nicht im chemisch-reinen Zustande in der Natur angetroffen, sondern erst durch Kunst hervorgebracht werden muß. Die Kalkerde, die man in der Natur antrifft, ist jederzeit mit Kohlensäure und Wasser verbunden, und heißt daher **rohe Kalkerde.** Wird selbige durchs Feuer von der Kohlensäure und von dem Wasser befreyet, so ist sie alsdann erst **reine Kalkerde.**

Die Kalkerde ist für sich allein im strengsten Feuer unschmelzbar, nach **Ehrmann** und **Geyer** selbst bey der Anwendung der Lebensluft; auch mit der Kieselerde vermengt ist sie nach Herrn **Achard** *) nicht in Fluß zu bringen. Mit den feuerbeständigen Alkalien hingegen, besonders mit den mineralischen fließt sie in der Hitze zu einer Art von Glas, doch schwerer als die Kieselerde.

Wenn man auf die Kohlensäure und auf das Krystallisationswasser nicht achtet, so kann die Kalkerde in einem sehr reinen Zustande, wie in dem ungefärbten körnichten Kalksteine und den weißen Kalkspathen, natürlich vorkommen. M. s. Kalk.

Kalksteine (lapides calcarei, pierres calcaires) sind diejenigen Arten von Steinen, deren vorzüglichster Bestandtheil die Kalkerde ist. Die vorzüglichen unterscheidenden Merkmahle sind diese: sie brausen, wenn gewöhnliches Scheidewasser auf sie getröpfelt wird, und geben mit dem Stahle kein Feuer, schneiden nicht ins Glas, und zerfallen gebrannt in lebendigen Kalk. Dahin gehöret der gemeine Kalkstein, die

*) Versuche über die Verglasung der mit den andern Erden auf alle mögliche Art verbundenen und in verschiedenen und bekannten Verhältnissen vermischten Kieselerde; in seinen Samml. phys. u. chem. Abhandl. B. I. S. 379.

die Kreide, die Bergmilch, der Kalkspath, Tropfstein u. s. f. Mit Vitriolsäure vermischt findet man die Kalkerde in dem Gypssteine, mit Thon in den Mergelarten u. s. w.

Kalt (frigidum, froid). Ein Körper heißt **kalt**, wenn er weniger freye Wärme hat, als der Theil unserer Körper, mit dem er in Berührung kommt. Er entziehet nämlich unserem Körper alsdann Wärme, wodurch er die Empfindung hervorbringt, die wir mit Kälte bezeichnen. M. s. **Kälte**.

Kaltmachende Materie (materia frigorifera, matière frigorifique). Es nahmen sonst einige Physiker einen eigenen Stoff an, welcher die Wirkung der Kälte hervorbringen sollte, und den sie die **kaltmachende Materie** nannten. Sie suchten ihn vorzüglich in den Salzen und besonders in dem Salpeter. Allein es ist schon unter dem Artikel, **Kälte**, gezeiget worden, daß alle Phänomene, welche bey der Kälte wahrgenommen werden, weit natürlicher aus der Abwesenheit der Wärme, als vermittelst einer hypothetisch angenommenen Materie, von deren Daseyn uns gar keine Erfahrung überzeuget, erkläret werden können.

Auch versteht man unter der kaltmachenden Materie eine Mischung von solchen Materien, welche viel Wärmestoff binden, und die berührenden Körper daher erkälten, wie z. B. die kälteerzeugenden Mischungen, um künstliche Kälte hervorzubringen.

Kampfersäure (acidum camphoricum, acide camphorique) ist eine vegetabilische Säure, welche aus dem **Kampfer** gewonnen wird. Der Kampfer (camphora) ist eine weiße, nicht fettig aber auch nicht scharf anzufühlende, feste, durchscheinende, glänzende Materie, welche zwar brüchig ist, aber sich für sich allein nicht pulvern läßt, einen starken und durchdringenden Geruch und Geschmack besitzet, in der Wärme und an der bloßen Luft gänzlich verflieget, in einer schwachen Hitze wie ein Oel fließet, sich sehr leicht anzünden läßt, und mit einer starken und hellen Flamme mit Rauch und Ruß verbrennt, ohne etwas zu hinterlassen. Er

löset

löset sich im Weingeist und Oelen, nicht aber im Wasser auf. Den gewöhnlichen Kampfer erhalten wir aus dem in Japan wachsenden Kampferbaume (Laurus camphora Lin.), wo er vorzüglich aus den Wurzeln, und auch aus der Rinde, dem Holze, den Blättern und Zweigen desselben durch eine Art von Sublimation gewonnen wird. Außerdem enthalten aber noch viele andere starkriechende Gewächse Kampfer.

Mit der Zerlegung des Kampfers hat sich unter andern besonders Herr **Kosegarten** [α]) beschäftiget. Er behandelte ihn mit einer großen Menge dephlogistisirter Salpetersäure. Zu dem Ende lösete er einen Theil Kampfer in 12 Theilen der letztern auf, und destillirte das Gemisch aus einer Retorte bis zur Trockniß. Ein Theil des Kampfers hatte sich im Halse der Retorte sublimiret. Diesen nebst dem Rückstande lösete er abermahls in 4 Theilen frischer Salpetersäure auf, und destillirte das Gemisch wie vorher; die Erscheinungen waren die nämlichen, wie bey der ersten Destillation. Nach mehrmahls wiederhohlter Arbeit war das Inwendige der Retorte von einem weißen Pulver als mit einer Rinde bekleidet. Das darauf gegossene, damit digerirte, und davon abgeseihete Wasser gab beym Abdampfen weiße, silberfarbene Salzkrystalle, welche Parallelepipeda vorstellten, zum Theil auch aus rhomboidalischen und rechtwinkligen Blättern bestanden. Eben dieses Salz erhielt er auch bey dem gelinden Abdunsten der zur Dephlogistisirung des Kampfers angewendeten Salpetersäure. Herr **Kosegarten** hält dieses Salz für eine Säure eigner Art, welche man auch unter dem Nahmen der Kampfersäure in das System aufgenommen hat. Herr **Girtanner** vermuthet, daß sie eine Mischung von Sauerkleesäure und Aepfelsäure sey. Herr **Dörffurt** [β]) hat sie bey Wiederhohlung der kosegartenischen Versuche mit der Benzoesäure übereinstimmend gefunden.

M. s. **Gren** systemat. Handbuch der gesammten Chymie. B. II. 1794. 8. §. 1315 f.

Kapsel-

α) Diss. de camphora et partibus, quae eam constituunt. Goetting. 1785. 8.

β) Abhandlung über den Kampfer. Wittenb. und Zerbst 1793. 8.

Kapselbarometer s. **Barometer.**

Katakustik, Kataphonik (catacuſtice, cataphonice, catacouſtique, cataphonique) iſt die Lehre von der Zurückwerfung des Schalles oder derjenige Theil der Akuſtik, welcher vom Echo handelt. M. ſ. **Echo.**

Katarakte (cataracta, cataracte) heißt der griechiſchen Ableitung nach überhaupt etwas, das von oben herabfällt. In der Naturlehre wird dieſes Wort in dreyerley Verſtande genommen. Ein Mahl bedeutet es eben ſo viel, als einen **Waſſerfall**, wie es auch ſchon bey den Alten ſo genommen wurde. M. ſ. **Flüſſe, Waſſerfälle.**

Ferner verſteht **Newton** [α]) unter dem Worte Katarakte einen Raum von eigener Geſtalt, in welchem das aus dem Boden eines Gefäßes ausfließende Waſſer noch vor dem Ausfließen enthalten iſt. Der ausfließende Waſſerſtrahl iſt mit der Geſtalt des Raumes ähnlich. **Manfredini** [β]) hat erinnert, daß die Geſtalt dieſer Katarakte mit Guilielmi-is figura cadentis einerley ſey, welche auch durch eine der newtoniſchen ähnliche Gleichung beſtimmt wird. **Newton** bediente ſich dieſer Vorſtellung des beſtimmten Raumes zu einigen Beſtimmungen in der Hydrodynamik; allein **Johann Bernoulli** [γ]) und **D'Alembert** [δ]) haben gegen dieſe Idee verſchiedene nicht unerhebliche Einwendungen gemacht.

Endlich verſteht man auch unter dem Worte Katarakte eine Blindheit des Auges durch Verdunkelung der Cryſtalllinſe, welche ſonſt auch der graue Staar genannt wird. M. ſ. **Auge.**

Katoptrik (catoptrica ſ. catoptrice, catoptrique) heißt diejenige Wiſſenſchaft, welche von der Zurückwerfung des Lichtes Unterricht gibt, oder von dem Lichte, welches von Spiegelflächen reflektiret. M. ſ. **Zurückwerfung der Lichtſtrahlen.** Dieſe Wiſſenſchaft, welche ſonſt auch Ana-

α) Princ. lib. II. prop. 36.
β) In den Anmerk. über Guilielmini von der Natur der Flüſſe. Cap. I. Anmerk. 3.
γ) Hydraulica. Part. II. art. 60.
δ) Traité des fluides. art. 176–182.

Anakamptik genannt wird, macht einen Theil der optischen Wissenschaften aus. In selbiger wird zuerst gezeiget, nach welchem Gesetze die auf einer Spiegelfläche auffallenden Spiegelflächen reflektiren, die Spiegelfläche mag eben oder krumm seyn. Dieß leitet alsdann auf die Eigenschaften der ebenen und krummen Spiegelflächen. Die Spiegelflächen, welche die von einem leuchtenden oder erleuchteten Objekte herkommenden Lichtstrahlen auffangen, und alsdann wieder zurückwerfen, können zu mancherley Absichten bestimmt seyn, besonders werden die Hohlspiegel sehr vortheilhaft mit dioptrischen Gläsern nach den Gesetzen der Strahlenbrechung und Zurückwerfung des Lichtes zur Verfertigung optischer Werkzeuge verbunden, die hier den Nahmen **katadioptrischer Werkzeuge** führen.

Bey den Alten war das Gesetz der Zurückwerfung des Lichtes von ebenen und krummen Spiegelflächen weit eher bekannt, als das Gesetz der Brechung des Lichtes. Sie bedienten sich nicht allein der Metallspiegel zum gemeinen Gebrauch, sondern sie kannten auch die Vergrößerung und zündende Eigenschaft der **Hohlspiegel**. M. s. **Brennspiegel, Spiegel.**

Die Anfangsgründe der Optik und Katoptrik, welche man dem **Euklides** zuschreibet, enthalten Untersuchungen über die scheinbare Größe und Gestalt der Gegenstände nach dem Winkel, unter welchem sie dem Auge erscheinen; die Bestimmungen der scheinbaren Stelle des Bildes, welches ein polirter Spiegel von einem Gegenstande darstellet. Allein diese Werke sind so unvollkommen und nachlässig geschrieben, daß sie von **Savile** und **David Gregory** als unecht, und des angegebenen Verfassers nicht würdig verworfen wurden. Sie sind anzutreffen in der Ausgabe der sämmtlichen euklideischen Werke von **Gregory** [a]). Die Katoptrik enthält einige ganz falsche, oder nur halb wahre und nicht hinlänglich bestimmte Säße. So saget er, z. B. die Strahlen, welche von

a) Oxon. 1706. fol.

von einem Punkte der Sonne in gleicher Entfernung von der Axe auf einen Hohlspiegel fallen, werden in einem Punkte der Axe irgendwo zwischen dem Mittelpunkte und dem Spiegel hingeworfen; und gleich darauf wird der Mittelpunkt für den Brennpunkt angenommen, weil von jedem Punkte der Sonne ein Strahl dadurch gezogen in sich selbst durch diesen Mittelpunkt zurückgeworfen werde. Es ist sehr auffallend, daß ein solcher Geometer, wie **Euklides**, nicht hätte wissen sollen, daß es dadurch im Mittelpunkte des Spiegels höchstens noch ein Mahl so warm hätte seyn können, als es ohne Spiegel daselbst ist.

Eine Schrift über die Optik vom **Ptolemäus**, welche **Roger Baco** sehr oft anführet, ist verloren gegangen; indessen scheint **Alhazen** sehr vieles aus selbiger in sein Werk übergetragen zu haben, welches im 11ten Jahrhunderte abgefasset, und im 16ten Jahrhund. von **Friedrich Risnern** ans Licht gestellet worden ist. Unter verschiedenen andern katoptrischen Sätzen trifft man auch in diesem Werke eine Auflösung folgender Aufgabe an: auf einem Kugelspiegel den Zurückwerfungspunkt zu finden, wenn die Stellen des Auges und des Objektes gegeben sind. **Alhazen** hat diese Aufgabe durch die Hyperbel aufgelöset, vermöge einer geometrischen Analysis, welche nach der Vermuthung des **Montucla** aus des **Ptolemäus** Schrift entlehnet ist, weil man bey den Arabern keine ähnlichen Erfindungen in der höhern Geometrie weiter antreffe. Diese Aufgabe heißt inzwischen doch noch bis jetzt das **Problem des Alhazen.** Mit Auflösung derselben haben sich noch die größten Geometer des 17ten Jahrhunderts beschäftiget. Eine schöne Auflösung derselben hat Herr **Kästner** *) durch die trigonometrische Analysis gegeben.

Die Gleichheit des Einfalls- und Zurückstrahlungswinkels wurde vielleicht durch Beobachtung der Sonnenstrahlen entdecket, wie sie von der Oberfläche des Wassers oder eines andern

*) Problematis Alhazeni analysis trigonometrica; in nov. comment. Goetting. Tom. VII.

andern glatten Körpers zurückgeworfen werden, oder etwa aus der Lage der Bilder, welche dergleichen Oberflächen dem Auge darstellen. Dieß Gesetz war aber schon hinlänglich, um den theoretischen Theil der Katoptrik mit Hülfe der Geometrie daraus zu entwickeln. **Porta** [α]) führte den Satz zuerst an, daß der Brennraum des sphärischen Hohlspiegels um den vierten Theil des Durchmessers vom Spiegel entfernet sey. Ziemlich vollständig wurden die katoptrischen Sätze, als geometrische Folgen aus dem Hauptgesetze der Zurückwerfung des Lichtes, von **Kepler** [β]) und **Barrow** [γ]) vorgetragen. Ueber die scheinbare Stelle der Bilder in den krummen Spiegeln nahm **Barrow** einen eigenen Grundsatz an, wodurch verschiedene Untersuchungen und Streitigkeiten veranlasset wurden, wovon bereits unter dem Artikel, **Bild**, einiger Erwähnung geschehen ist.

Nachher hat man vorzüglich in der Katoptrik den praktischen Theil bearbeitet, und mancherley Anwendungen zu besondern Absichten in Verfertigung der Spiegel gemacht. Mehrere Nachrichten hiervon findet man unter den Artikeln, **Brennspiegel, Spiegelteleskop, Mikroskop** u. s. w. In den neuern Zeiten hat man es besonders in Verfertigung der Spiegel zu Teleskopen zu einer großen Stufe der Vollkommenheit gebracht.

Eine vollständige Anwendung der Analysis auf die Katoptrik hat Herr **Kästner** [δ]) geliefert, so wie man auch das meiste davon beym **Karsten** [ε]) findet.

Von der Geschichte der optischen Wissenschaften überhaupt, folglich auch von den katoptrischen Erfindungen und Werkzeugen handelt besonders **Priestley** [ζ]). Verschiedene

 Schrif-

α) De refractione. Neap. 1593. 4.
β) Paralipomena ad Vitellionem. Frf. 1604. 4.
γ) Lectiones opticae. Lond. 1674. 4.
δ) Vollständiger Lehrbegriff der Optik, nach dem Engl. des Smith mit Aenderung. und Zusätzen von Kästner. Altenb. 1755. 4.
ε) Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften. Th. III. Photometrie.
ζ) Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik; übers. mit Anmerk. und Zusätzen von Klügel. Leipzig 1776. 4.

Schriften dieser Wissenschaft findet man beym **Wolf** [α]) und noch vollständiger beym **Scheibel** [β]).

Kausticität, Aetzbarkeit (causticitas, causticité) ist die fressende Eigenschaft verschiedener Materien, wodurch Körper, die mit ihnen in Berührung kommen, angegriffen, und zuletzt aufgelöset werden. So fressen z. B. mineralische Säuren in Metalle, und lösen sie zuletzt ganz auf, die Flußspathsäure ins Glas u. s. f.

Die ältern Chemiker nahmen eine eigene ätzende Materie an, welche die einfressenden und auflösenden Wirkungen verschiedener Substanzen auf andere Körper hervorbrächte. Vorzüglich fanden sie zwischen den Wirkungen des Feuers und der Aetzmittel eine auffallende Aehnlichkeit, und hielten daher dafür, daß das Feuer die einzige ätzende Materie sey. So glaubten sie, daß die Aetzbarkeit des lebendigen Kalks, der Laugensalze und der Säuren von den Feuertheilen herrühre, welche sich in den Zwischenräumen dieser Substanzen befänden. **Lemery** leitete daher eine große Menge chemischer Erklärungen ohne große Schwierigkeit. Diese Meinung änderte **Meyer** [γ]) dahin ab, daß er statt des reinen Feuers eine Mischung desselben mit einer Säure für die ätzende Materie, unter dem Nahmen des **Kausticums** oder der **fetten Säure**, annahm. **Baumé** [δ]) verwarf zwar Meyers Kausticum, und setzte dafür das fast reine Feuer, welches sich mit den Körpern in gar verschiedenen Zuständen verbinden könne, erkläret aber hieraus die Aetzbarkeit des Kalkes, der Laugensalze, Säuren u. s. f. eben so wie **Meyer**, und füget noch hinzu, daß von dem Feuer ganz allein der Geschmack der Salze abhänge, als welcher bloß in den Modificationen der Aetzbarkeit bestehe.

Im

α) Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathematischen Schriften, im 4ten Buche der Anfangsgr. mathemat. Wissenschaften. Cap. 10.

β) Einleitung zur mathematischen Bücherkenntniß; 9tes Stück. Breslau 1777. 8.

γ) Chym. Versuche zur nähern Kenntniß des ungelöscht. Kalkes. Hannover 1764. 8.

δ) Chymie expérim. et raisonnée. à Paris 1773. III Tomes. 8.

Im Jahre 1756 wurden die Versuche des Hrn. Dr. Black in Edinburgh über die in der Kalkerde und den Laugensalzen enthaltene und von ihm genannte fixe Luft bekannt. Dadurch wurde erwiesen, daß diese Stoffe im natürlichen Zustande mit Luftsäure gesättiget sind, und daß sie nur alsdann die Aetzbarkeit erlangen, wenn sie durchs Feuer von der Luftsäure sind befreyet worden; daß die Laugensalze durch Sättigung mit der Luftsäure ihre Aetzbarkeit verlieren und mild werden; daß der lebendige Kalk die Luftsäure den Laugensalzen entziehet, wodurch er selbst milde wird und die Laugensalze die Aetzbarkeit wieder erlangen; daß endlich auch die Laugensalze im Zustande ihrer Sättigung mit Luftsäure der Krystallisirung fähig sind, durch Entziehung der Luftsäure aber die größte Zerfließbarkeit nebst der Aetzbarkeit erlangen.

Diese Theorie des Dr. Black wurde von den damahligen Chemikern, welche entweder das Feuer oder das so genannte Kausticum als die ätzende Materie annahmen, lebhaft bestritten, obgleich Dr. **Priestley** die Natur der Gasarten immer mehr aufzuhellen sich bestrebte. Nachdem man aber auch in Frankreich und Deutschland anfing, die Lehre von den Gasarten mit dem größten Fleiße zu verfolgen, so wurden jene Einwendungen der ältern Chemiker aufs kräftigste widerleget. Sie stützten vorzüglich ihre Meinung, daß das Feuer oder Kausticum die Aetzbarkeit verursache, darauf, daß die Säuren mit den rohen Kalken und den milden Laugensalzen keine Wärme hervorbrächten, da sie im Gegentheil mit dem lebendigen Kalke und den ätzenden Laugensalzen eine brennende Hitze erzeugten. **Macquer** sucht den Mangel der Wärme bey den milden Salzen und dem rohen Kalke aus dem Aufbrausen herzuleiten, welches er als eine Kälte erzeugende Ausdünstung betrachtet, und welches bey den ätzenden der Luftsäure schon beraubten Materien wegfällt. Allein weit natürlicher wird dieß nach den Vorstellungen der neuern Chemiker von dem Binden und Entlassen der Wärme davon hergeleitet, daß der lebendige Kalk und die ätzenden

Laugensalze mehr Wärme zu binden fähig sind, als die milden Substanzen.

Mit Recht haben die neuern Chemiker bey der Aetzbarkeit neben der Theorie des Dr. **Black** zugleich mit auf die Wirkung der Wärme gesehen. **Macquer** betrachtet hierbey die freye Wärme als eine Bedingungsursache, weil sie die einzige Ursache der Flüssigkeit ist, ohne welche keine Auflösung, mithin auch kein Aetzen Statt finden kann.

Die Aetzbarkeit der Körper wird desto geringer, je mehr sie gesättiget wird, oder je stärker ihre Theile mit andern eine Verbindung eingehen. Wird ein ätzendes Laugensalz mit Luftsäure gesättiget, so verlieret es seine ganze ätzende Kraft nicht, indem es immer noch die Kennzeichen der Alkalien behält; wird es mit Oelen oder Fetten verbunden, so gibt es mit diesen Seifen, in welchen die auflösende Kraft schon viel schwächer ist; verbindet man es mit Säuren, womit es innig vereiniget wird, so entstehen Neutralsalze, welche wenig auflösende Kraft und nur einen mäßigen Salzgeschmack besitzen; wird es endlich mit Erden verbunden, so verlieret es bey der Schmelzhitze seine auflösende Kraft vollkommen, so daß das daraus entstehende Glas auch nicht die geringste Spur von Aetzbarkeit und Geschmack mehr behält. Das Laugensalz läßt sich auch aus allen diesen Produkten desto schwerer scheiden, je mehr es seine Aetzbarkeit verloren hat. Ueberhaupt ist der Verlust der Aetzbarkeit der ätzenden Mittel desto größer, je stärker sie ihre auflösende Kraft angewendet, und sich mit andern Körpern aufs Innigste verbunden haben.

Alle diese Erscheinungen veranlaßten **Macquer**, die Aetzbarkeit für nichts weiter zu halten, als für die allgemeine Kraft, mit welcher alle Theile der Materie sich genau zu verbinden streben. Sind die Grundstoffe eines Körpers schon in dieser genauen Vereinigung, so ist diese Kraft erschöpft, und ein solcher Körper zeiget weder Aetzbarkeit, noch Geschmack, noch Auflösungskraft. Ist dieß aber noch nicht erfolget, so besitzen auch dieselben noch einen gewissen Grad von Aetzbarkeit, Auflöslichkeit und Geschmack.

Ueber-

Ueberhaupt ist die Aetzbarkeit von der Auflöslichkeit in gar keinem Stücke verschieden, indem beide unter einerley Umständen auch einerley Wirkung hervorbringen. So wie bey jeder Auflösung eine Wärme vorangehen muß, so muß dieß auch beym Akt des Aetzens erfolgen. Nach dem dynamischen Systeme bewirket nämlich die Wärmematerie eine Zurückstoßung der Theile des Aetzmittels und des Körpers auf welchen jenes wirkt. Dadurch erhalten die Grundkräfte ein freyes Spiel innerhalb ihrer Sphäre, und bringen einen Körper von eigener Natur zu Wege.

M. s. **Macquer** chymisches Wörterbuch; Artikel, **Aetzbarkeit.**

Keil (cuneus, coin) ist eines von den einfachen mechanischen Werkzeugen, die schon in Rücksicht der Gleichgewichte der auf sie wirkenden Kräfte in der Statik betrachtet werden. Er besteht aus einem geraden dreyseitigen Prisma (fig. 5.) a b c, deren zwey Seitenflächen einen sehr spitzen Winkel c einschließen, um mittelst gewisser Schläge oder Pressungen auf der dritten Seitenfläche a b die Theile eines andern Körpers von einander zu entfernen, oder gänzlich zu trennen. Die Seitenfläche a b, welche den Schlag oder Druck empfängt, heißt der **Rücken, Kopf** oder **Basis** des Keils. Der Keil heißt besonders gleichschenklig, wenn die Grundflächen a b c gleichschenklige Dreyecke sind.

Es sey m n o h g ein zum Theil zerspaltener Körper, in dessen Oeffnung der Spalte der gleichschenklige Keil a c b also steckt, daß der Rücken a b horizontal, folglich die Länge d c vertikal ist, so kann man sich auf dem Rücken desselben eine Kraft p vorstellen, welche den Keil tiefer zu treiben strebet. Die Theile des zerspaltenen Körpers pressen in den Punkten g und h gegen die Seitenlinien a c und b c des Keils. Läßt sich nun die Voraussetzung annehmen, daß die Richtungen der Widerstände bey g und h auf den Seiten des Keils senkrecht sind, so schneiden sich selbige in dem Punkte f der geraden Linie d c. Die Kraft p, welche in der lothrechten Richtung d c wirket, zerleget sich in zwey Seitenkräfte nach

 den

den Richtungen fg und fh, die auf den Seiten des Keils senkrecht sind, und beide gleich groß angenommen werden können. Findet nun die Voraussetzung Statt, daß der Widerstand bey g dem bey h gleich sey, so muß im Fall des Gleichgewichtes eine jede von den Seitenkräften fg und fh dem entgegen pressenden Widerstande bey g oder h gleich seyn.

Man ziehe gk mit fh und kh mit gf parallel, so ist gfhk eine Raute, und $fk = 2 . fi$. Nun verhält sich die Kraft p zum Widerstande nach der Richtung fg wie $ab : ac$, oder wie der Rücken des Keils zur Seitenlinie. Setzt man den Widerstand nach der Richtung $fz = q$, so ist $p : q = ab : ac$, mithin $p = \frac{ab}{ac} . q$. Je kleiner also ab in Vergleichung mit ac wird, desto kleiner wird auch p; mithin muß der Keil desto größere Wirkung thun; je kleiner der Rücken des Keils in Vergleichung mit der Seitenlinie ist.

Wird die Richtung des Widerstandes mit dem Rücken des Keils parallel angenommen, oder sie falle in die Linie gh, und die mittlere Richtung der beiden Seitenkräfte, welche nach den Richtungen gz und ge wirken, sey die senkrechte gy, so muß im Falle des Gleichgewichtes der Widerstand nach der Richtung gz zum Widerstande nach der Richtung gf sich verhalten wie $\sin. igy : \sin. ygz = q : r$, wenn q den erstern und r den andern Widerstand andeutet. Nun ist aber $igy = 90^{0}$, und $ygz = ifa = \alpha$, mithin $q : r = \sin. tot. : \sin. \alpha = ac : cd$, folglich $q = \frac{ac}{cd} . r$; mithin ferner $\frac{ac}{cd} . r = \frac{ac}{ab} . p$, und hieraus ergibt sich $p = \frac{ab}{cd} . r$, oder es ist $p : r = ab : cd$, oder es verhält sich die Kraft p zum Widerstande r wie der Rücken des Keils zu seiner Länge.

In manchen Fällen finden die angenommenen Voraussetzungen in Ansehung des Widerstandes Statt; in den meisten aber sind wir nicht im Stande, genau zu bestimmen, wie die Widerstände auf die Seiten des Keils wirken, wie z. B. wenn man mittelst eines Keils einen Körper an einen

andern

andern andrucken, oder in die Höhe treiben will u. s. f. zumahl da in diesen Fällen auf den Rücken des Keils Schläge gethan werden müssen, welche nach den bloßen Gesetzen der Statik nicht beurtheilet werden können.

Ueberhaupt sind die mechanischen Schriftsteller über die Theorie des Keils sehr verschiedener Meinung gewesen. Den alten Griechen war sie entweder gar nicht, oder doch sehr unvollkommen bekannt. **Aristoteles** betrachtete den Keil in seinen mechanischen Fragen als zwey entgegengesetzte Hebel. Uebrigens lassen sich die Schriftsteller, welche die Lehre vom Keil berühret haben, in zwey Classen bringen. Einige haben ein Verhältniß der Kraft zum Widerstande herausgebracht, das bey der Voraussetzung, welche sie in Absicht der Richtung des Widerstandes annehmen, richtig ist, andere geben ein erweislich falsches Verhältniß an. Weil erstere aber in Ansehung der Voraussetzung nicht mit einander übereinstimmen, was die Richtung des Widerstandes gegen den Keil eigentlich für eine Lage habe, so rührt daher die Verschiedenheit der von ihnen angegebenen Verhältnisse zwischen Kraft und Widerstand. **Mersenne** und **Parent** geben das Verhältniß der Kraft zum Widerstande für den Fall des Gleichgewichtes wie ad : dc, **Descartes**, **Wallis**, **Dechales** und **Keill** wie ab : dc, **Borellus** wie ad : ac, **Casati** und **de la Hire** wie gf : fc, **Varignon** wie gf : fl an. **Wolf** folgt in seinen lateinischen Elementen dem **Descartes**, und in den deutschen Anfangsgründen dem **Mersenne**.

Der vormahlige Professor der Mathematik zu Wittenberg, Herr **Georg Friedrich Bärmann**, hat die Lehre vom Keil im Allgemeinen abgehandelt, und erwiesen, daß sich für das Gleichgewicht beym Keile die Kraft zum Widerstande verhalte, wie sin. acd $\times$ sin. fgl : cos. cgl.

Die Werkzeuge mit Schneiden und Spitzen wirken als Keile, wie z. B. Nägel, Messer, Beile, Scheren, Degen u. d. g. Sie besitzen wenigstens zwey Flächen, welche unter einem spitzen Winkel gegen einander geneigt sind. Bisweilen

sind dieser Flächen mehrere, wie bey den vierseitig pyramidalisch zugespitzten Nägeln, oder gar unendlich viele, wie bey kegelförmig zugespitzten Körpern; allein dieß ändert in der Theorie weiter nichts ab, wenn nur alle Seiten mit der Axe einerley Winkel machen.

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. III. Statik, Abschnitt. 8. **Kästner** Anfangsgründe der Statik. §. 105. Anmerk.

Keplerische Regeln, keplerische Gesetze des Planetenlaufs (regulae Kepleri, loix de Kepler) heißen in der Astronomie drey von dem berühmten würtembergischen Astronomen, **Kepler**, entdeckte Gesetze des Planetenlaufs, auf welche nachher **Newton** seine Theorie von der allgemeinen Attraction gründete.

Das erste von diesen Gesetzen ist: **daß die Planeten nicht in kreisrunden** sondern in elliptischen Bahnen um die Sonne laufen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet. **Kepler** entdeckte dieß Gesetz aus der sorgfältigen Vergleichung einer angenommenen kreisrunden Bahn mit den Beobachtungen, welche **Tycho** vorzüglich über den Lauf des Mars angestellet hatte, welcher hierzu besonders geschickt war. Bey der Voraussetzung einer kreisrunden Bahn fand er die Oerter und die jedesmahlige Weite des Mars von der Sonne in verschiedenen Gegenden anders, als nach **Tychos** Beobachtungen. Die berechneten Stellen eilten den beobachteten im ersten Quadranten, von der Sonnenferne an gerechnet, vor, und blieben dagegen im dritten Quadranten hinter demselben zurück, und die berechneten Entfernungen von der Sonne waren um die Seiten herum kleiner, als die aus den Beobachtungen gefolgerten. Hieraus schloß **Kepler**, daß die Bahn kein Kreis seyn könne. Zuerst hielt er sie nach seinen eigenen Ideen über die Ursachen der himmlischen Bewegungen für ein Oval von besonderer Art, berechnete sich Tabellen und Gleichungen darüber, und bat seine Freunde, weil er selbst nicht Beobachter war, sie mit dem Himmel zu vergleichen. Allein der Erfolg davon zeigte, daß sein Oval

an den Seiten zu sehr abgeplattet war, und setzte dafür die gewöhnliche apollonische Ellipse, da alsdann Berechnungen und Beobachtungen zusammen trafen. **Kepler** nahm eben dieses hierauf bey allen übrigen Planeten an, und versuchte es aus physischen Gründen abzuleiten. Endlich machte er diese Entdeckung im Jahre 1609 bekannt [a]), welche nachher alle Beobachtungen völlig bestätiget haben.

Das zweyte mit dem ersten zugleich entdeckte Gesetz ist, daß **die Zeiten, welche ein Planet anwendet, einen Theil seiner elliptischen Bahn zu durchlaufen, sich gegen einander verhalten, wie die Sektoren oder Räume der elliptischen Fläche zwischen dem zurückgelegten Bogen und dem Brennpunkte oder der Sonne**; oder der Radius Vektor schneidet in gleichen Zeiten gleiche Flächen von seiner elliptischen Bahn ab. Nach dem alten Systeme hatte man die Bewegung in eccentrischen Kreisen gleichförmig, mithin die Sektoren des Kreises den Zeiten proportional genommen. Allein **Kepler** fand, daß die Bewegung in der wahren Bahn wirklich ungleichförmig sey, mithin auch aus dem Mittelpunkte ungleichförmig erscheinen müsse. Er kam auf den Gedanken, die Sektoren zwischen dem zurückgelegten Bogen und der Sonne der Zeit proportional anzunehmen, und den Punkt, aus dem die Bewegung gleichförmig erscheinet, von der Sonne um die doppelte Eccentricität entfernt zu setzen. Dieser Punkt ward der andere Brennpunkt, als er die apollonische Ellipse für die Gestalt der Bahn erkannte. Aus demselben fand er zwar die Bewegung nicht völlig, aber doch beynahe gleichförmig; hingegen das Verhältniß der Zeiten mit den Sektoren, die aus der Sonne oder aus dem ersten Brennpunkte gezogen wurden, in allen Beobachtungen bestätiget.

Nach diesen Regeln berechnete er nun seine Tafeln. Die ganze Fläche der elliptischen Bahn theilte er in Gedanken vom Brennpunkte aus in 360 gleiche Sektoren, welche die mitt-

a) Astronomia noua αἰτιολογητὸς s. physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis. Pragae 1609. fol.

mittleren Anomalien von Grad zu Grad vorstellten, und bestimmte Winkel, welcher jedem Sektor an der Sonne zugehöret, und dieß gab die wahren Anomalien. M. s. Anomalie.

Das dritte Gesetz ist, **daß sich** bey Körpern, welche um einerley Hauptkörper sich bewegen, **die Quadrate der periodischen Umlaufszeiten zweyer Planeten, gegen einander verhalten, wie die Würfel ihrer mittleren Entfernungen von dem Hauptkörper.** Er entdeckte dieses Gesetz etwas später und zwar durch eine Veranlassung, die er ganz seinem Hange zum Wunderbaren zu verdanken hatte. Er war nach dem damahligen Geschmack ein großer Liebhaber der Astrologie, und glaubte eine gewisse auffallende Uebereinstimmung zwischen den Tönen der Musik, den regulären Körpern der Geometrie, und den Entfernungen und Größen der Planeten zu finden. Dabey kam er zugleich auf den Gedanken, die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne mit ihren Entfernungen von derselben zu vergleichen. So ist z. B. Jupiter mehr als fünf Mahl weiter von der Sonne als die Erde, dessen Bahn folglich wenigstens einen fünf Mahl größern Umfang als die Erdbahn hat, und braucht gleichwohl eine beynahe zwölf Mahl größere Zeit um solche zu vollenden. Mithin verhalten sich die Umlaufszeiten nicht wie die Entfernungen. **Kepler** stellte lange hierüber verschiedene Vergleichungen an; er verglich verschiedene Potenzen, ja sogar die Quadrate der Umlaufszeiten und Würfel der Entfernungen einiger Planeten; allein ein Rechnungsfehler war dießmahl seinem Wunsche entgegen. Endlich am 15. May 1618 entdeckte er glücklich, daß sich ein beständiges Verhältniß zwischen den Quadratzahlen der Umlaufszeiten, und den Cubikzahlen der Entfernungen zweyer Planeten von der Sonne finde. Diese seine Entdeckung machte er sogleich bekannt [a]). Es findet dieß Gesetz auch bey den Nebenplaneten in Ansehung ihres Hauptplaneten Statt.

Aus

a) Epitome astronomiae Copernicanae. Lincii 1618. 8.; harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. fol.

Aus diesen Gesetzen machte schon **Kepler** den Schluß, daß die Sonne eine anziehende Kraft haben müsse, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte, und daß daher ihre geschwindere oder langsamere Bewegung mit ihrer Annäherung oder Entfernung von der Sonne aus dem stärkern oder schwächern Zuge derselben herzuleiten sey. Der allgemeine Beweis aber war **Newton** funfzig Jahre darnach vorbehalten. Diese drey keplerische Gesetze gaben vorzüglich **Newton** die Veranlassung, auf ein noch allgemeineres Gesetz der allgemeinen Gravitation der Himmelskörper gegen einander geführet zu werden. Nachher bewies **Newton**, daß die keplerischen Gesetze, welche Kepler aus Beobachtungen entdecket hatte, nothwendige Folgen aus den Gesetzen der Centralbewegung und der Gravitation wären, wodurch sie den Rang ganz allgemeiner Naturgesetze erlangten. M. s. **Centralbewegung, Gravitation.**

M. s. *Montucla* histoire des mathematiques. Tom. II. P. IV. L. 4. §. 1. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. II. Abschn. 9. **De la Lande** astronomisches Handbuch. Leipz. 1775. 8.

Kiesel (silices, cailloux) heißen diejenigen Steine, deren vorzüglicher Bestandtheil die Kieselerde ist. Ihre äußern Hauptkennzeichen sind diese: sie geben mit dem Stahl Feuer, schneiden ins Glas, widerstehen dem Feuer ziemlich stark, und brausen nicht, wenn gewöhnliches Scheidewasser auf sie getröpfelt wird. Zu den Kieselarten rechnet man den gemeinen Kiesel, den Hornstein, Feuerstein, Bergkrystall, gemeinen Quarz, Topas, Chalcedon, Jaspis, Achat und so ferner.

Kieselerde, glasachtige, verglasliche Erde, Glaserde (terra silicea, silex, terre de caillou, terre silice) ist eine eigene von den übrigen Erdarten wesentlich verschiedene Erde, welche von keiner andern Säure, als von der Flußspathsäure aufgelöset wird.

Die reine Kieselerde ist im Wasser unauflöslich, und nur höchst fein zertheilt kann sie wegen ihrer Durchsichtigkeit unsichtbarer

barer Weise darin schweben; bey einem Grade von Hitze, welcher den Siedpunkt um sehr vieles übertrifft, scheint sie sich in etwas darin aufzulösen, wie die Erscheinungen des Geysers auf Island vermuthen lassen. Auf der Zunge erreget sie gar keinen Geschmack. Für sich allein ist sie nicht zum Schmelzen zu bringen, und auch selbst nicht in der Brennspiegelhitze. Die reinen fixen Laugensalze äußern eine vorzüglich starke Verwandtschaft zu derselben, und bringen sie in der Hitze zum Schmelzen; ungeachtet sie sonst für sich allein unschmelzbar ist. Beym Zusammenschmelzen der Kieselerde mit den Alkalien wird die in letztern befindliche Kohlensäure unter einer Art von Aufbrausen entbunden.

Wenn man reine kieselartige Steine oder Quarzsand mit vier Theilen Pottasche zusammenschmelzt, so erhält man daraus eine Masse, die zwar glasartig aussieht, aber einen scharfen, ätzenden, alkalischen Geschmack auf der Zunge erreget, sich im Wasser auflöset, und auch schon an der Luft zerfließet. Die so zerflossene Masse heißt **Kieselfeuchtigkeit** (liquor silicum). Hierbey läßt das Alkali die Kohlensäure fahren, welche die Vereinigung des letztern mit der Kieselerde hindert. Aus der Kieselfeuchtigkeit schlägt eine jede Säure die Kieselerde nieder, weil das Alkali auf nassem Wege mit der Säure eine größere Verwandtschaft hat, als mit der Kieselerde. Die Kieselerde scheidet sich in einem höchst feinen und lockern Zustande ab. Die Kieselfeuchtigkeit dienet auch, um die Kieselerde rein darzustellen, wie wir sie in der Natur nicht antreffen. Man setzt nämlich zu der aus reinen Kieselarten bereiteten, im destillirten Wasser aufgelöseten Kieselfeuchtigkeit eine starke Säure, und zwar im Uebermaß, am besten Salzsäure, digerirt den Niederschlag in der Wärme, damit sich die überflüssige mit niedergeschlagene fremde Erde auflöse, seihet alles nach gehöriger Verdünnung mit destillirtem Wasser durch, süßt sie damit aus, und trocknet sie. Nach **Bergmann** ist das specifische Gewicht dieser getrockneten reinen Kieselerde 1,975.

Einige

Einige Chemiker haben die reine Kieselerde wegen ihrer Härte, Unschmelzbarkeit, Schwere, Feuerbeständigkeit u. s. f. als die einfachste und elementarische Erde betrachtet, aus welcher die thätige Natur erst in der Folge durch Organisation in thierischen und vegetabilischen Körpern und auch andere Bearbeitungen die übrigen Erden hervorgebracht habe. Allein es ist bereits unter dem Artikel, **Elemente**, angeführet worden, daß man für die Annahme der Elemente gar keine Beweise anführen kann, und daß man der Natur selbst Gewalt anthue, alle mögliche unter sich verschiedene Substanzen aus einigen wenigen Grundstoffen abzuleiten. Uebrigens hat man noch durch keinen einzigen Versuch zeigen können, wie sich Kieselerde in Thon- oder Kalkerde verwandeln könne. Man hat zwar angeführet, daß der aus der Kieselfeuchtigkeit bereitete Niederschlag einen Antheil von Alaunerde gebe; allein **Bergmann** [α]) und **Leonhardi** [β]) haben gezeiget, daß dieß von der Thonerde herkam, welche das Vitriolöl aus den irdenen Gefäßen aufgelöset hatte, und wegfiel, wenn man eiserne Gefäße anwendete.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 339 f.

Klang, Klingen (clangor, son clair) ist die Empfindung, welche die Schwingungen tönender Körper, wenn sie regelmäßig, d. i. gleichzeitig erfolgen, in unserem Gehörorgan bewirken. Dem Klange wird das Geräusch oder das Getöse, der dumpfe Schall entgegengesetzet, wobey sich gar kein Ton unterscheiden läßt. Der Klang selbst ist entweder **rein**, wenn man nur einen oder mehrere consonirende Töne höret, oder **unrein**, wenn mehrere dissonirende Töne zugleich gehöret werden.

Es sey eine gespannte Saite (fig. 6.) ab des Monochords in irgend eine Anzahl gleicher Theile z. B. in 4, ae, ed, dc, cb abgetheilt. Man stelle den Steg in c. Man hänge

α) Physikal. Erdbeschreibung. Th. II. S. 258.

β) Anmerkung. zu Macquers chymischem Wörterbuche; Art. Erde, verglasliche.

hänge schmale und leichte Papierstreifchen neben einander auf die Saite von a bis c, und streiche mit einem Violinbogen den Theil c b der Saite an. Der Ton wird nun gehört, welcher sich zum Grundtone der Saite verhält wie a b : c b oder hier wie 4 : 1. Zu gleicher Zeit werden nun alle Papierstreifchen längs dem Theile a c herabgeworfen, ausgenommen die in e und d hängenden. Dieser Versuch lehret offenbar, daß es in dem Theile a c der Saite jenseit des Stegs ebenfalls Schwingungen gibt, während c b klingt; daß aber nicht bloß der Punkt c der Saite, wo der Steg steht, sondern auch jenseit desselben a und e in Ruhe sind; daß ganze Stellen der Saite zwischen diesen Punkten schwingen, während c b schwingt; und daß die Stellen zwischen den ruhenden Punkten wechselseitig in entgegengesetzten Punkten schwingen. Die ruhenden Punkte e, d und c der Saite heißen **Schwingungsknoten.** Der Punkt der Saite, welchen der bewegliche Steg berühret, ist nämlich alle Mahl ein Schwingungsknoten.

Man nehme, wie fig. 7. durch Verrückung des Stegs unter der Saite bis d, $db = \frac{2}{5}$ Länge a b, streiche d b an, und lasse es klingen, so wird die Höhe des Tones sich zum Grundtone verhalten, wie 5 : 2, oder wie a b : d b, und es werden drey Schwingungsknoten, nämlich f, e, d, da seyn. Man verrücke ferner den Steg, und nehme den anzustreichenden Theil der Saite (fig. 8.) $db = \frac{2}{3}$ von der ganzen Länge a b, so wird man nach dem vorigen Verfahren zwey Schwingungsknoten, nämlich g und d, haben, wobey die Tonhöhe des Klanges von d b zum Grundtone der Saite sich verhält, wie 3 : 1. Man stelle den Steg (fig. 6.) in d oder in die Mitte der Saite, und streiche d b oder a d an, so wird es, außer an der Stelle, wo der Steg ist, keinen Schwingungsknoten weiter geben. Man mache endlich durch Verrückung des Stegs den klingenden Theil der Saite $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{6}$ ihrer Länge, so wird man auch außer der Stelle des Stegs keine Schwingungsknoten in der Saite weiter antreffen.

Um

Um die Anzahl der Schwingungsknoten bey einer durch einen Steg oder sonst durch Berührung abgetheilten Saite zu bestimmen, setze man die ganze Länge der Saite in eine Anzahl gleich großer Theile getheilet, welche 1 heißt, wovon das ursprünglich klingende Stück der Saite die Anzahl λ enthält; man setze λ als den Zähler und 1 als den Nenner eines Bruchs an, man bringe diesen Bruch $\frac{\lambda}{1}$ auf die kleinste Benennung und ziehe dann λ von 1 ab, so gibt der Rest die Anzahl von Schwingungsknoten. Hieraus folgt auch zugleich, daß bey verschiedenen Tonhöhen doch einerley Anzahl von Schwingungsknoten da seyn können, indem die Glieder zwey Brüche von verschiedenem Werthe einerley Differenz haben können, und daß also nicht jeder Ton seine bestimmte Anzahl Schwingungsknoten habe.

Nicht bloß bey klingenden Saiten sind in ihren anscheinend ruhenden Theilen schwingende Stellen und ruhende Punkte; sondern auch bey andern klingenden Körpern, wie bey klingenden Stäben, Ringen, Cylindern, Glocken, Scheiben, sind während ihres Klingens ganze Stellen in entgegengesetzten Schwingungen begriffen, während die Grenzen desselben in Ruhe sind. Ueber das Klingen der Stäbe und Streifen sind zuerst von **Daniel Bernoulli** in den Commentaren der petersburger Akademie Untersuchungen angestellet worden, und Berechnungen darüber haben **Euler** $^{\alpha}$) und **Riccati** $^{\beta}$) gemacht. Bey Stäben von einerley Materie verhalten sich die Grundtöne und überhaupt die gleichartigen Töne, wie die Dicken der Stäbe, und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Längen. Ihre Töne werden nämlich in demselben Verhältnisse höher, in welchem ihre Dicke zunimmt. Sie verhalten sich also ganz anders wie die gespannten

α) Investigatio motuum, quibus laminae et virgae elasticae contremiscunt; in Comment. Acad. Petrop. 1779. P. I. p. 103 sq.

β) Delle vibrazioni sonore dei cilindri; in d. memoir. di matematica et fisica; Verona 1782. Tom. I.

ten Saiten, deren Töne um desto tiefer werden, je dicker sie sind, und wo die Tiefe bey einer gleichen Dicke wie die Länge, und nicht wie das Quadrat der Länge zunimmt. Dieser Unterschied rührt daher, daß die Länge und Dicke einer biegsamen Saite auf ihre Spannung keinen Einfluß hat; dagegen aber die natürliche Unbiegsamkeit elastischer steifer Stäbe die Stelle der Spannung vertritt. Denn je kürzer und dicker solche Stäbe sind, um desto unbiegsamer werden sie, um desto größer ist die Kraft, in welcher sie in ihre vorige Gestalt wieder hergestellet werden, eben als wenn bey Saiten, die kürzer oder dicker werden, die Gewichte zunähmen, welche sie spannen, und sich gerade wie die Biquadrate der Dicken und umgekehrt wie die Quadrate der Längen der Saiten verhielten.

Vormahls war man der irrigen Meinung, daß beym Klange eine Erzitterung der kleinsten Theile vorgehe. Allein vielmehr besteht das Wesen desselben in Schwingungsbewegungen ganzer Stellen, welche durch ihre Contraktilität veranlasset werden. Herr **Chladni** *) hat diese Wahrheit zuerst außer allen Zweifel gesetzet, und ein Mittel erfunden, diese Schwingungsbewegungen bey klingenden Flächen auch sichtbar zu machen, und die ruhenden Stellen durch Klangfiguren darzustellen. Man nehme eine kreisrunde Scheibe (fig. 9.) von Fensterglas, die ohne Knoten und Blasen und gleichförmig dick ist, und etwa 4 bis 8 Zoll im Durchmesser hat; man bestreue sie mit feinkörnigem Sande; man lege sie in ihrem Mittelpunkte auf einen etwas zugespitzten Kork, drücke sie von oben her mit dem Finger an den Kork an, unterstütze sie auch noch am Rande in g oder q, oder t oder r, und streiche den Rand in n, oder p, oder f, oder m, überhaupt 45° von der berührten Stelle mit einem mit Colophonium bestrichenen Violinbogen in senkrechter Richtung unter mäßigem Drucke. Die Scheibe wird einen Klang geben, zugleich aber wird der Sand auf der Scheibe von ihren schwingenden Stellen beweget werden, und sich bey dem anhaltenden Streichen und

*) Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.

und Klingen der Scheibe an den ruhenden Stellen anhäufen, und so die Figur der Zeichnung erhalten. Man halte ferner die Scheibe in ihrem Mittelpunkte fest, und streiche sie etwa 30 Grade von der gedämpften Stelle des Randes in (fig. 10.) p oder r, oder q u. s. f. an, so bildet der Sand die Klangfigur der Zeichnung. Man fasse die Scheibe (fig. 11.) bey n in einiger Entfernung vom Rande zwischen den Daumen und Zeigefinger, und streiche sie in m, so bildet der Sand den Kreis n. Man fasse die Scheibe wie vorher, stemme sie (fig. 13.) bey g oder p an einen eckigen und nicht allzuharten Körper an, und streiche in m, 45 Grade von der Stelle, wo man sie hält, und es entstehen außer dem Kreise noch zwey gerade sich durchkreuzende Linien. Man halte die Scheibe nicht in der Mitte, sondern (fig. 14.) bey p, und streiche bey f oder n, oder bey r oder s, und es bildet der Sand die gerade Linie durch die Mitte der Scheibe und drey Bogen. Man stemme die Scheibe (fig. 15.) bey e an eine Kante, indem man die Finger in c und d an den Rand derselben setzt, und streiche in f, es bilden sich dann die beyden geraden gegen einander geneigten Linien c und d. Man drucke eine elliptische Scheibe (fig. 16.) in der Mitte c an den Kork an, dämpfe die beiden Punkte des Randes p und q mit den Fingern und streiche in r, wo sich dann die Klangfigur der Zeichnung bildet. Wenn man die Quadratscheibe (fig. 17.) in ihrer Mitte auf den Kork druckt, und an einer ihrer Ecken streicht, so bildet der Sand zwey sich rechtwinlig durchkreuzende gerade Linien, die von der Mitte des Randes der Scheibe ausgehen; wenn man aber in der Mitte des Randes streicht, so laufen die Linien (fig. 18.) von den Ecken der Scheibe aus. Man fasse die Quadratscheibe bey a zwischen den Daumen und Zeigefinger, und unterstütze sie auch noch in b, und streiche an der Ecke der Scheibe in c, so entsteht die gezeichnete Klangfigur. Man halte die Quadratscheibe (fig. 19.) in o oder q, und streiche in p oder n, um die gezeichnete Klangfigur zu erhalten. Wird die Stelle, wo man die Scheibe hält etwas verändert, oder streicht man

an einer der Ecken in c oder o (fig. 20.) so kann sich der vorige Klang auch durch drey gekrümmte durch die Scheibe gehende Linien darstellen.

Auf diese Weise kann man also dadurch, daß man die Scheibe an andern Stellen hält und unterstützt, und an andern Stellen des Randes streicht, sie jedes Mahl nöthigen, sich anders abzutheilen, und man kann solcher Gestalt mit veränderten Tönen derselben andere Klangfiguren zu Wege bringen, und eine ungemein große Mannigfaltigkeit derselben erhalten. Nicht immer ist aber jede Abänderung der Klangfigur mit einer bemerkbaren Abänderung des Tones verknüpft.

Um eine Klangfigur hervorzubringen, ist es nöthig, die Linien der Fläche, welche als ruhend verlangt werden, durch Unterstützung oder Dämpfung in Ruhe zu bringen, und die in Schwingung zu setzenden Stellen in Bewegung zu setzen. Inzwischen ist es nicht nöthig, jeden Punkt der zur Ruhe bringenden Linie besondes zu dämpfen, und jeden schwingenden Theil besonders in Schwingung zu setzen, da sich dann die Bewegung den übrigen zu bewegenden Theilen der Scheibe mittheilet. Die nöthige Dämpfung der Stellen läßt sich bequem durch zugespitzte Korkstöpsel, worauf man die Scheibe legt, anbringen. Mehreren Unterricht von der Anstellung der Versuche über Klangfiguren schwingender Flächen hat Herr **Voigt** *) gegeben.

Bey den meisten Klangfiguren nehmen gewisse feste Linien mehrentheils schlangenförmige Krümmungen an, deren Anzahl bey jeder Figur bestimmt ist. An solchen neben einander gehenden Linien ist die Lage der Krümmungen fast alle Mahl so beschaffen, daß entweder zwey unmittelbar neben einander befindliche Linien, oder in wenigen Fällen zwey durch eine gerade Linie getrennte schlangenförmige Linien gegenseitig sich einander nähern, und von einander entfernen. In jedem Näherungspunkte können sie sich so verbinden, daß sie sich einander durchkreuzen; es nehmen also in diesem Falle zwey

*) Beyträge zu den Versuchen über die Klangfiguren schwingender Flächen; in Grens neuem Journ. der Physik. B. III. S. 391 f.

zwey sich nähernde Krümmungen (fig. 22 und 23.) die Gestalt von fig. 21. an. Eben so können zwey einander durchschneidende Linien (fig. 21.) sich in der Mitte so trennen, daß zwey gegen einander stehende Bogen krummer Linien (fig. 22 und 23.) daraus werden. Manche Figuren werden dadurch so geändert, daß man ohne Uebung ihre eigenthümliche Gestalt daraus nicht würde beurtheilen können. Der Ton ist bey einer abgeänderten Figur derselbige, als wenn diese Figur regelmäßig erscheinet. Diese Abänderungen der Figuren kann man oft durch wenige Verrückungen der Unterstützungspunkte der Scheibe oder der zu streichenden Stelle des Randes erhalten.

Bey dem Klingen der Scheiben schwingen alle Mahl zwey Stellen, die durch eine ruhende Linie von einander abgesondert sind, wie z. B. (fig. 21.) a n b oder b o d oder (fig. 17.) e b g und n b g, nach entgegengesetzten Richtungen, oder die Krümmung der einen Stelle befindet sich über ihrer natürlichen Lage, während die andere Stelle unter dieselbe gekrümmt ist, und umgekehrt. Zwey Stellen, die in entgegengesetzten Winkeln der sich durchkreuzenden Linien stehen, z. B. a n b und c m d (fig. 21.) oder e b g und f c n (fig. 17.), oder b c m und n h g (fig. 18.) schwingen alle Mahl nach der nämlichen Richtung.

Bey den Arten des Klanges der Scheiben, wo sich sternförmige Figuren zeigen, machen nicht die Stellen am Rande die weitesten Schwingungen, sondern der Punkt, wo die Schwingungen am weitesten sind, oder der Mittelpunkt der Schwingung ist in jedem schwingenden Theile in einiger Entfernung vom Rande, wie in fig. 9, 11 und 12. diese Stellen durch Punkte bezeichnet sind. Wenn unter dem Sande, dessen man sich zum Bestreuen bedienet, ganz feine Staubtheilchen befindlich sind, und die Scheibe ganz genau horizontal gehalten wird, so werden diese Punkte sichtbar, indem sich der feinste Staub hier anhäuft.

Auch beym Klingen der Glocken schwingen ganze Stellen, während Linien zwischen denselben in Ruhe sind. Man

kann dieß leicht an einem zum Theile mit Wasser gefüllten dünnen Trinkglase, porzellänenen Spülnapfe, einer Tasse u. d. gl. zeigen. Man halte das Glas etwas über dem Boden mit dem Daumen und einem andern Finger, und streiche den Rand des Glases 45 Grad von der gehaltenen Stelle mit dem Violinbogen, so geräth das Wasser im Glase in eine Bewegung von vier schwingenden Theilen des Glases, und diese Bewegung zeigt sich sehr auffallend, so, daß das Wasser als feiner Staub umherspritzt. Wenn man das Glas hingegen bey 60 Grad von der berührten Stelle streicht, so werden sich bey verändertem und höherem Tone sechs schwingende Stellen der Wand zeigen, und das Wasser bewegen.

Uebrigens ist es wohl kaum zu erinnern nöthig, daß ein jeder klingender Körper elastisch und hart seyn müsse; das erstere nämlich, um zu schwingen, und das zweyte, um schnell genug schwingen zu können. Außerdem muß er ganz schwingen, es sey nun, daß er sich in verschiedene durch Knoten abgesonderte Theile theilet, oder nicht. Ein klingender Körper kann sich auf sehr mannigfaltige und oft sehr sonderbare Arten theilen; indessen wird diese Theilung durch die Dicke des Körpers alle Mahl erschweret, und oft unmöglich gemacht. So gibt eine dicke Masse von Metall oder Glas keinen Ton, wenn man sie gleich schlägt; auch eine gespaltene Glocke gibt keinen eigentlichen Ton, sondern einen bloßen Schall. Denn wenn eine Glocke springt, so hat der Riß alle Zeit eine gewisse Breite, und dieses beweiset, daß die gegossene Glocke, indem sie erhärtete, durch die Erkältung eine gewisse Spannung erhielt, die zur Erzeugung des Tons nothwendig war. Springt sie nachher, so ziehen sich die gespannten Theile in der Gegend des Risses zurück, und daher erhält dieser eine gewisse Breite. In einer gesprungenen Glocke haben also die verschiedenen Theile verschiedene Spannungen, und eben diese Verschiedenheit verursachet, daß die ganze Glocke nicht regelmäßig schwingen und sich theilen kann.

Außer dem Grundtone, welchen ein elastischer Stab oder Blechstreifen angibt, läßt er unter gewissen Umständen auch

noch

noch verschiedene andere Nebentöne hören. Wenn man z. B. eine stählerne Nadel, eine Linie dick und gegen 5 Zoll lang, fest in die Wand steckt, und sie ihrer ganzen Länge nach stark niederbeuget, so tönt sie sehr tief. Streicht man aber über ihr Ende nur schwach weg, so hört man einen sehr hohen Nebenton, etwa die zweyte Octave der Quinte des Grundtones, ja oft kann man den Grundton und den hohen Nebenton beide zugleich sehr deutlich unterscheiden. Dieses beweiset, daß ein elastischer Körper sich, indem er schwingt, gleichsam in mehrere Theile absondert, deren jeder besonders zittert, und seinen besondern Ton hören läßt, während daß oft zugleich auch der ganze Körper viel langsamer zittert, und seinen Grundton hervorbringet. Allein dieses Mitklingen mehrerer Töne mit dem Grundtone zugleich ist keinesweges nothwendig, wie einige glauben, sondern nur zufällig. Indessen haben aus dem zufälligen Mitklingen harmonischer Töne von **Rameau** [α]) und **Jamard** [β]) beynahe alle Grundsätze der Harmonie hergeleitet.

Ueber die verschiedenen Schwingungsarten der Saiten hat zuerst **Sauveur** [γ]), nachher **Brook Taylor** [δ]), **Daniel Bernoulli** [ε]), **Euler** [ζ]), **de la Grange** [η]), **Young** [θ]), über die Töne der Blasinstrumente **Bernoulli** [ι]) und **Lambert** [κ]) theoretische Untersuchungen angestellet.

Ja eine flüssige Materie kann sogar einen Klang geben, ohne zu schwingen, wenn ihre zusammengedruckten Theilchen sich nach und nach ungefähr in gleichen Zeiträumen wieder schnell ausbreiten, und die Luft fortstoßen. So entsteht selbst der

α) Traité de l'harmonie. à Paris 1722. 4.
β) Recherches sur la théorie de la Musique. à Paris et Rouen 1769. 8.
γ) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1701.
δ) Methodus incrementorum. Lond. 1715. 4.
ε) Mémoir. de l'Academ. de Berlin 1753. 1765.
ζ) Nov. comment. Petrop. Tom. IX. XV. XVII. XIX. Acta acad. Petr. 1779. 1780. 1781. Mém. de l'Acad. de Berlin 1748. 1753. 1765.
η) Miscellan. Taurinens. Tom. I. II. III.
θ) Enquiry in to the principal phaenomena of sounds and musical strings. Dublin 1784. 8.
ι) Théorie des tons de l'orgue. Mémoir. de Paris 1762.
κ) Sur les tons des flûtes. Mémoir. de Berlin 1775.

der Ton der Pfeifen und der Blasinstrumente. Die in einer Pfeife eingeschlossene Luftsäule wird gewöhnlich durch andere Luft, welche man so hineinbläset, daß sie sehr schnell an der Oberfläche der Säule fortstreichet, ihrer ganzen Länge nach zusammengedruckt und verdichtet. Um die Luft auf diese Art hineinzublasen, hat die Pfeife mehrentheils ein Mundstück mit einer engen Ritze, durch welche die Luft sehr schnell durchschlägt. Die Luftsäule wird durch die Verdichtung elastischer als die äußere Luft. Sie stößt also diese zurück, es tritt ein Theil von ihr heraus, und die Säule dehnt sich plötzlich aus, bis sie wieder mit der äußern Luft gleich elastisch ist. Indessen dauert das Einblasen immer fort, und die Säule wird also in dem folgenden Augenblicke wieder verdichtet. In dem folgenden dehnt sie sich wieder aus, und so erhält die äußere Luft von der sich durch das Einblasen immer wieder ergänzenden Luftsäule eine Reihe von Stößen, die immer in gleichen Zeiten auf einander folgen. Wir hören deßhalb einen Ton, eben als wenn eine Saite von der Länge und dem Gewichte jener Luftsäule schwingen möchte, die mit einer dem Drucke der Atmosphäre gleichen Kraft gespannt würde. Es ist daher der Ton einer Pfeife um desto tiefer, je dicker und je länger die Pfeife ist. Ja die Aehnlichkeit zwischen den Pfeifen und Saiten geht so weit, daß die erstern, sie mögen offen oder gedeckt seyn, ebenfalls außer dem Grundtone einen oder mehrere harmonische Töne hören lassen. Eben das kann man überhaupt von allen Blasinstrumenten sagen. Uebrigens wird eine jede Pfeife durch die Löcher, welche man von der Seite in sie bohrt, gleichsam verkürzt. Denn es ist ganz gleichgültig, ob die eingeschlossene Luftsäule durch ein solches Loch, oder durch die untere Oeffnung der Röhre mit der äußern Luft Gemeinschaft hat. Sie wird nicht weiter verdichtet, als von dem Ende an, durch welches man bläset, bis zu dem Orte der Gemeinschaft mit der äußern Luft. Daher werden die Töne um desto höher, je näher die offenen Löcher dem Mundstücke der Pfeife sind.

M. s.

M. s. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 455 f. u. §. 467 f. **Hube** vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, Th. III. Leipzig, 1794. 8. S. 497 u. f.

Kleistischer Versuch s. Flasche, geladene.

Klima (clima, climat). Die alten Geographen theilten die Erdfläche in Kreise mit dem Aequator parallel ein so, daß von einem jeden solchen bis zum nächstfolgenden die Zeitdauer des längsten Tages um $\frac{1}{2}$ Stunde zunahm. Die Flächenräume zwischen diesen Kreisen wurden von ihnen **Klimata** genannt. So erstreckt sich also das erste Klima vom Aequator, wo die Tageslänge jederzeit 12 Stunden ist, bis an den Parallelkreis, wo der längste Tag $12\frac{1}{2}$ Stunde dauert, das zweyte von diesem Parallelkreis bis zum folgenden, wo der längste Tag 13 Stunden hat u. s. f. Die Ursache dieser Eintheilung der Erdfläche in Streifen war diese, weil die Alten glaubten, daß Oerter und Länder, die in eben demselben Klima liegen, gleich warm oder gleich kalt wären.

Nach dieser Eintheilung kommen also vom Aequator an bis an jeden Polarkreis, wo der längste Tag 24 Stunden dauert, 24 Klimata. Innerhalb der Polarkreise wächst der längste Tag so schnell, daß er einen Grad nach den Polen zu schon einen Monath lang ist. Dieserwegen haben einige die kalten Zonen noch in 6 Klimata getheilet, in deren jedem vom Anfange bis zu Ende der längste Tag um einen Monath wächst. Von diesen alten Eintheilungen der Erdfläche in Klimata findet man weitern Unterricht beym **Riccioli** [α]) und **Varenius** [β]).

Heut zu Tage braucht man das Wort Klima in der Bedeutung der Alten nicht mehr, sondern versteht vielmehr darunter das einem Orte eigene Verhalten der Witterung, in Rücksicht der Wärme und Kälte, Abwechselungen der Jahreszeiten, Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft, Fruchtbarkeit u. s. f. Es geben gar verschiedene Umstände Gelegenheit, daß in Rücksicht auf die Temperatur und über-

α) Geographia reformata. lib. VII. cap. 9.
β) Geograph. gener. sect. VI. c. 25.

haupt auf das Klima der Oberfläche des Erdkörpers so auffallende Verschiedenheiten Statt finden. Der Naturforscher muß den Einfluß, welchen mehrere Elemente auf diese Temperatur haben, zu bestimmen suchen, um so zu einem allgemeinen Resultate zu gelangen.

Der erste Umstand, den man in Betrachtung ziehen muß, ist die Breite. Ueberhaupt ist der größte Grad der Hitze unter der Linie, und der kleinste an den Polen; die Temperatur der Oerter, die zwischen diesen beyden Grenzen sind, ist im Verhältnisse der Nähe der Pole verschieden. Die größte Hitze, die unter der Linie beobachtet worden ist, hat man in den heißen Sandgegenden Arabiens und Indiens wahrgenommen, und man führet an, daß das Thermometer in den Ebenen von Afrika 70 Grade über 0 nach Reaum. gezeiget habe. Die größte Kälte findet in den kalten Erdstrichen Statt.

Der zweyte Umstand, welcher verursachet, das die Temperatur auf der Oberfläche der Erde verschieden ist, beruht auf der verschiedenen Höhe der Sonne am Horizonte und auf der längern oder kürzern Zeit, während welcher sie in einer solchen Höhe bleibt. Hiervon hängt die Verschiedenheit der Jahreszeiten ab.

Auch die Höhe eines Ortes über der Erdfläche macht, daß die Temperatur verschieden ist. Ferner kann die Wirkung der Salze ebenfalls Gelegenheit zu einer Veränderung der äußern Wärme geben. Noch ferner haben Einfluß auf die Verschiedenheit der Temperatur die Ausdünstung, der Regen. Die Beschaffenheit des Erdbodens selbst, ob er nämlich viel oder wenig Gewässer enthält, die Lage eines Ortes und die Winde, welchen nach Verschiedenheit der Gegenden, durch die sie gehen, verschiedene Wärme mitgetheilet wird. Die Luft nimmt indessen ordentlicher Weise die Temperatur der Oberfläche der Erde nicht an; Herr **Pictet** hat dieß durch vergleichende Erfahrungen erwiesen, er hat ein Thermometer in die Erde gesteckt, ein anderes nahe an der Oberfläche der Erde, und noch andere in verschiedenen Höhen

Höhen über dieser Oberfläche angebracht, und er hat gefunden, daß sie nie denselben Grad der Temperatur angezeiget haben. Das Maß, das in einer Höhe von 50 Fußen über der Oberfläche der Erde hing, stieg bey Tage weniger und fiel auch in der Nacht weniger, als das, welches nur 5 Fuß hoch über der Oberfläche der Erde befestiget war; dieses letztere Thermometer erlitt beträchtliche Veränderungen, es stieg, als die Wärme bey Tage am größten war, schnell sehr hoch, und eine Stunde nach Untergang der Sonne zeigte es fast denselben Grad, den das zeigte, welches 50 Fuß hoch hing, es viel hierauf viel tiefer, und stieg nach Aufgang der Sonne wieder. Das Thermometer endlich, dessen Kugel **Pictet** in die Erde vergraben hatte, stieg den Tag über bis auf 45 Grad, und erhielt sich die Nacht hindurch in einer beträchtlichen Höhe. Diese Beobachtung beweiset, daß die Oberfläche der Erde ihre Wärme während der Nacht behält, indessen die Wärme in einer geringen Höhe über dieser Oberfläche weit mehr abnimmt, als in einer Höhe von 50 Fußen.

Durch diese Ursachen wird also die Temperatur der obersten Lagen der Erde auf eine sehr auffallende Art abgeändert.

Ohne Zweifel trägt die Sonne viel zu der Wärme bey, die man auf der Oberfläche der Erde bemerket. Der Herr **von Mairan** [a]) betrachtet die Wirkung, welche durch die Kraft der Sonne auf der Oberfläche der Erde hervorgebracht wird, und er nimmt mit **Newton** [β]) an, daß die Kraft der Sonne, welche sie äußert, um ein Klima zu erwärmen, sich wie ihr Licht verhalte, und daß dieses mit der Dichtigkeit oder Menge ihrer Strahlen im Verhältnisse stehe. Hierauf bemüht sich **von Mairan**, diese Menge des Lichtes in verschiedenen Klimaten im Verhältnisse ihrer Breiten zu bestimmen, und er hat gefunden, daß man vier Umstände in Betrachtung ziehen müsse.

Zuerst muß man auf das Licht der Sonne am Horizonte Rücksicht nehmen. Je mehr sich diese dem Scheitelpunkte eines

a) Mém. de l'Acad. roy. des fcienc. de Paris 1719. u. 1765.
β) Princip. math. lib. III. propof. 8. coroll.

eines Ortes nähert, um desto mehr haben die Strahlen desselben eine senkrechte Richtung, und um desto mehr Kraft hat ihre Wärme. **Halley** [a]) glaubte, daß man das einfache Verhältniß der Sinus der Höhen nehmen müsse; andere aber behaupteten, daß das Verhältniß der Quadrate das wahre sey. **Mairan** zog die Erfahrung zu Hülfe; er nahm mehrere Spiegel, die einander vollkommen gleich waren, und ließ die durch dieselben zurückgeworfenen Strahlen auf die Kugel eines Thermometers fallen; ein Spiegel bewirkte, daß die Flüssigkeit in der Thermometerröhre 3 Grad stieg, zwey Spiegel aber trieben sie um 6 Grad und drey Spiegel um 9 Grad in die Höhe; er schloß aus diesen Erfolgen, daß die Wärme, welche die Sonnenstrahlen hervorbringen, dem einfachen Verhältnisse der Höhen folge.

Der zweyte Umstand beruht auf der Stärke, welche das Licht behält, nachdem es durch die Atmosphäre hindurch gegangen ist; denn es geht, im Verhältnisse der Sinus der Höhen, eine mehr oder weniger große Menge Lichtstrahlen verloren, die man durch die Berechnung kaum bestimmen kann.

Der dritte Umstand betrifft die Entfernung der Sonne von der Erde; diese beträgt im Winter 33780210 französische Meilen, im Sommer aber 34934736 solche Meilen. Im Winter hält sie sich aber eine kürzere Zeit über unserem Horizonte auf; Herr **Mairan** hat, indem er diese Wirkungen gegen einander verglichen hat, gefunden, daß die Kraft der Sonne zur Zeit der Sommersonnenwende sich zu der, welche sie zur Zeit der Wintersonnenwende hat, verhält wie 841 : 900 oder beynahe wie 14 : 15.

Der vierte Umstand beruht auf der Länge der Tage oder der halbtägigen Bogen. Je länger die Sonne über dem Horizonte bleibt, von desto längerer Dauer ist ihre Wirkung. **Mairan** nimmt sie im Verhältnisse des Quadrats der Zeit an, und da in Paris zur Zeit der Sommersonnenwende die Tage zwey Mahl länger sind, als zur Zeit der Win-

a) Philos. transact. Num. 23. art. 9.

Wintersonnenwende, so muß diese Ursache im Sommer vierfach seyn. Indessen gibt die Theorie nur das gerade Verhältniß der Zeiten an; denn eine und dieselbe Ursache, die zwey Stunden hindurch wirkt, kann nur einen Erfolg nach sich ziehen, der doppelt so groß ist, als der, welchen sie veranlaßt, wenn sie eine Stunde lang wirkt. Daher nimmt man sie als gleich an. Allein ihre Wirkung hat, wie weiter oben erhellen wird, der Erfahrung gemäß ein noch größeres Verhältniß, als das der Quadrate; man nennt dieß **Beschleunigung der Wärme.** Diese Ursache erhält durch die Wirkung des Zurückwerfens einen Zuwachs. Denn durch das Zurückwerfen der Strahlen wird der Aufenthalt der Sonne über dem Horizonte eine längere oder kürzere Zeit, im Verhältnisse zu den Breiten, verlängert; am Pole z. B. wird nur ein einziger Punkt seyn, wo man zur Zeit der Nachtgleichen die Sonne nicht wird untergehen sehen, und in den Gegenden jenseit des Polarkreises wird man sie zur Zeit der Sommersonnenwende den ganzen Tag sehen können; indessen bewirket das Zurückwerfen der Strahlen, daß sich die angegebene Erscheinung über eine weit größere Breite erstrecket.

Mairan hat sich bemühet, die Wirksamkeit dieser vier Umstände zur Zeit der Sommer- und Wintersonnenwende für die Breite von Paris zu bestimmen. Er hat hierbey auf die nöthigen Reduktionen Rücksicht genommen, und folgende Angaben festgesetzet:

1. Höhe nach gemachter Reduktion.
   Im Sommer 64° 38′ 37″
   im Winter 17° 41′ 30″
2. Stärke des Lichtes.
   Im Sommer 7944,94
   im Winter 5094,38
3. Die Kraft des Lichtes verhält sich umgekehrt wie die Entfernung von der Sonne.
   Im Sommer 9833,5
   im Winter 10166,5

4.

4. Die halben Tagebogen sind im Sommer 483′ und im Winter 245′, wovon die Quadrate zu nehmen sind.

Mairan nimmt hierauf die Logarithmen aller dieser Zahlen, und findet:

1. Höhe im Sommer	9,9560057,	im Winter 9,4839354
2. Stärke des Lichtes im Sommer	3,9009050,	im Winter 3,7070913
3. Dichtigkeit im Sommer	7,9846017,	im Winter 8,0243428
4. Bogen im Sommer	5,3678942,	im Winter 4,7783322
	Summe 27,2094066	Summe 25,9937017

zieht man die kleinere Summe von der größern ab, so bleibt 1,2157049, welche Zahl der Logarithme von 16,8 ist.

Es wird also bey der Breite von Paris das Verhältniß des Sonnensommers zum Sonnenwinter wie 16,8 : 1 seyn. Die Sonnenwärme wird folglich in Paris für einen bestimmten Augenblick, z. B. für den Mittag der Tage der Sommer- und Wintersonnenwende im Sommer 16 Mahl größer als im Winter seyn. **Mairan** untersuchet ferner, welche wirkliche Verschiedenheit zwischen dem wahren Sommer und dem wahren Winter Statt finde; **Amontons** hatte seinen Beobachtungen gemäß behauptet, sie verhalte sich wie 8 : 7; **Mairan** verglich deßhalb alle von 1701 bis 1756 für Paris gemachte thermometrische Beobachtungen, und fand daß die größte mittlere Wärme von 1026 Graden, und die größte mittlere Kälte von 994 Graden war (er nahm 1000 als den Gefrierpunkt an). Es beträgt also der mittlere Unterschied zwischen der mittleren Wärme und der mittleren Kälte = 32. Ueberdem hat **Mairan** noch Untersuchungen angestellet, um den Grad der größten mittleren Wärme in allen Klimaten der Sommer zu finden, und er hat ihn zu 1026 Graden bestimmt. Dieß Resultat konnte er aus den angegebenen vier Umständen von der Wirkung des Lichtes unmöglich ableiten; daher müsse man schließen, daß es noch eine andere Ursache gebe, die bloß in der Grundwärme des Erdkörpers zu suchen sey. In Paris ist die Sonnenwärme im Sommer = 32,02, und im Winter = 1,02, die Ausflüsse der Centralwärme müs-

sen also 99,198 betragen. Diese Ausflüsse werden sich daher zur Sonnenwärme verhalten im Sommer wie 29,16 zu 1, im Winter wie 491 zu 1; der wahre Winter und der wahre Sommer werden unter einander im Verhältnisse 31 zu 32 stehen, welches von dem Verhältnisse 7:8 nicht viel abweicht.

Bey alle dem ist es aber doch nicht zu läugnen, daß die Erfahrung den Folgerungen des **Mairan** entgegen ist, und sie könnte nur für zwey abgesonderte Tage, wovon der eine zur Zeit der Wintersonnenwende, und der andere zur Zeit der Sommersonnenwende fällt, mit denselben übereinstimmig seyn; er beweiset nicht, daß die Sonnenwärme beym Anfange des Winters nur $\frac{1}{500}$, und beym Anfange des Sommers nur $\frac{1}{29}$ der Centralwärme ist. In seiner ersten Abhandlung hat er schon bemerket, daß bey der Sonnenwärme eine beträchtliche Beschleunigung Statt findet, welche von sehr großer Wirkung ist; der größte Grad der Wärme am Tage hat nicht zur Mittagszeit, sondern zwey oder 3 Stunden nach derselben Statt; die wärmsten Sommertage sind nicht zur Zeit der Sonnenwende, sondern ungefähr 40 Tage nach dieser Periode; im Verhältnisse wie die Sonne sich diesem Zeitpunkt nähert, und sich von demselben entfernet, findet an jedem Tage eine geringe Beschleunigung der Wärme Statt, und diese Beschleunigungen zusammen geben dann die großen Grade der Wärme, die wir beobachten. Ohne diese Beschleunigung würde, wie **Mairan** sehr richtig sagt, der Mittag im Winter bey heiterem Sonnenschein, den genauesten Berechnungen zufolge, wärmer seyn, als der Morgen und Abend eines Sommertages ist. Diese Berechnungen geben uns also nicht das wahre Verhältniß an, welches zwischen der innern Wärme der Erde, und der, welche die Sonne an der Oberfläche derselben hervorbringt, Statt findet; sie geben die letztere in Vergleichung mit der erstern viel zu schwach an. **Mairan** hat diese Beschleunigung in Rechnung zu bringen vergessen.

Beym Klima eines Ortes kömmt es also vorzüglich mit auf die innere Wärme des Erdkörpers an; diese, welche an

ein und eben demselben Orte sich gleich zu bleiben scheinet, theilet sich den äußern Lagen der Erde mit, diese würden folglich dieselbe Temperatur annehmen und behalten, wenn nicht äußere Ursachen darauf Einfluß hätten, und große Verschiedenheiten in Rücksicht auf dieselbe zu Wege brächten. Unter die äußern Ursachen gehören die Gewässer, die Winde, die Verdunstung, der Regen, die Beschaffenheit seines Bodens, seine Erhebung u. s. f. welche diese Wärme mehr oder weniger vermindern, und von einer andern Seite die Wirkung der Sonnenstrahlen, welche die Wärme auf eine mehr oder weniger beträchtliche Art verstärken.

Die mittlere Kälte ist z. B. bey der Breite von Paris 7 Grad unter Null, und die Wärme = 26 Grad, dieß macht im Ganzen einen Unterschied von 33 Graden; aber die Sonnenstrahlen, die zur Zeit der Wintersonnenwende 1 Grad geben, geben zur Zeit der Sommersonnenwende 16,8; um volle 33 Grad zu haben, fehlen also noch 16,2 Grad; aber diese 16,2 Grad können nur mittelst der Beschleunigung der Wärme hervorgebracht werden, welche eine Wirkung der Sonnenstrahlen ist, und die sich jeden Tag anhäuft; denn die innere Wärme der Erde kann vom Anfange des Winters an bis zum Anfange des Sommers nicht auf eine merkbare Art zunehmen. Ohne diese innere Wärme aber würden die Sonnenstrahlen weder zur Zeit der Wintersonnenwende eine Wärme von 1 Grad, noch zur Zeit des Anfangs des Sommers eine Wärme von 16,8 Grad hervorbringen können; die innere Wärme der Erde wird also auf die äußere Temperatur und überhaupt auf's Klima sowohl im Winter als im Sommer einen merklichen Einfluß haben.

Weil es also überhaupt sehr vielen Schwierigkeiten unterworfen ist, die verschiedenen Klimate auf ganz allgemeine Regeln zu bringen, so schlägt **Mayer** *) vor, für die mittleren Wärmen der Orte Tafeln nach einer Theorie zu verfertigen, und selbige wegen der Höhe der Orte und anderer Abweichun-

*) De variationibus thermometri accuratius definiendis; in *Tob. Mayeri* opp. ined. Goetting. 1775. 4 maj. Num. I.

weichungen durch Gleichungen, nach Art der astronomischen Berechnung, zu berichtigen. Hierbey legt er den Satz zum Grunde, daß die Abnahme der mittleren Wärme unter dem Aequator = 24 Grad Reaum., die unter den Polen = 0 ist, so findet man sie unter einer Breite, dessen Sinus $= s$ ist, $= 24\,(1 - s^2)$. Daraus ergibt sich folgende Tabelle.

Breite.	Reaum. Grade.	Breite.	Reaum. Grade.
0°	24	50	10
5	$23\frac{3}{4}$	55	8
10	$23\frac{1}{4}$	60	6
15	$22\frac{1}{2}$	65	$4\frac{1}{4}$
20	$21\frac{1}{4}$	70	$2\frac{3}{4}$
25	$19\frac{3}{4}$	75	$1\frac{1}{2}$
30	18	80	$\frac{3}{4}$
35	16	85	$\frac{1}{4}$
40	14	90	0
45	12		

Von den Angaben dieser Tafel soll nun noch für jede 100 Toisen Höhe über der Meeresfläche 1 Grad abgezogen werden, weil die Schneegrenze unter dem Aequator 2400 Toisen hoch liegt, mithin die Wärme in dieser Höhe um 24 Grad vermindert wird. Für die jährlichen Abwechselungen nimmt **Mayer** an, das Maximum und Minimum der Wärme ereigne sich bey uns, wenn die Sonne 30° über das Solstitium hinaus sey, unter dem Aequator aber beym Solstitium selbst, und die größte jährliche Veränderung betrage unter dem Aequator Null, in unsern Gegenden 10°, unter den Polen 13°. Nach diesen Voraussetzungen ließen sich nun Tafeln für jeden Grad der mittleren Wärme verfertigen.

Herr **Lichtenberg** hat in den Zusätzen zu den mayerschen Abhandlungen bemerket, daß die nach diesen Tafeln berechneten mittleren Wärmen mit den beobachteten, welche der P. **Cotte** *) mittheilet, sehr wohl übereinstimmten, so viel

*) Traité de météorologie. Paris 1774. 4.

viel den Raum der Erdfläche betrifft, der zwischen den Parallelen von Stockholm und dem Cap der guten Hoffnung und zwischen den Meridianen von Stockholm und Mexico eingeschlossen ist.

Kirwan *) hat diesen von Mayer gethanen Vorschlag weiter zu verfolgen gesuchet, und dieserwegen vorzüglich eine Gegend gewählet, wo die Localursachen, die so großen Einfluß auf das Klima haben, größten Theils wegfallen. Diese glaubt er in dem atlantischen Meere zwischen 80° nördlicher und 45° südlicher Breite, und in der Südsee zwischen 45° nördlicher und 40° südlicher Breite zu finden. Von diesem großen Theile der Erdfläche theilet er über die mittlere Wärme eine Tafel mit, welche sich von der mayerschen nur darin unterscheidet, daß die Berechnung nach fahrenh. Graden angestellet, und die mittlere Wärme unter den Polen nicht auf den Frostpunkt, sondern auf 31 Grad nach Fahrenheit gesetzet ist.

In Ansehung der jährlichen Abwechselung nimmt er den April für denjenigen Monath an, dessen mittlere Wärme mit der in der Tafel angegebenen am nächsten übereinkommt, berechnet hieraus die Wärme für die Monathe May, Junius, Julius und August nach dem Verhältnisse des Sinus der Sonnenhöhe; für die übrigen Monathe hingegen nimmt er wegen des Einflusses der Grundwärme die wahre Wärme für das arithmetische Mittel zwischen der berechneten und der mittleren an. Nach seiner Versicherung hat diese Bestimmung die besten übereinstimmenden Resultate mit den Beobachtungen gegeben. Hierüber gibt er eine Tabelle für alle Grade der Breite und alle Monathe des Jahres an, die aber schon sehr weit von der mayerschen abweichet. In Ansehung der täglichen Veränderung setzt er die größte Kälte $\frac{1}{2}$ Stunde vor Sonnenaufgang; die größte Wärme zwischen 60° und 45° Breite um $2\frac{1}{2}$ Uhr, zwischen 45° und 35° um 2 Uhr, zwischen

*) An estimate of the temperature of different latitudes. Lond. 1787. 8. Kirwans Angabe der Temperatur von den verschiedenen Breiten u. s. f. a. d. Engl. von Crell. Berlin 1788. 8.

zwischen 35° und 25° um $1\frac{1}{2}$ Uhr, zwischen 25° und dem Aequator um 1 Uhr Nachmittags.

Diese regelmäßige Temperatur leidet aber eine sehr große Abänderung durch Localumstände, als durch Höhe, Entfernung vom Meere, Berge, Wälder u. d. gl. Wegen der Höhe ist die mittlere Wärme auf jede 200 englische Meilen um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad zu vermindern, um $\frac{1}{4}$ nämlich, wenn sie sich in einer Weite von einer englischen Meile nur um 0 Fuß, um $\frac{1}{2}$, wenn sie sich um 15 Fuß und darüber erhebet. Im Sommer ist gewöhnlich das feste Land 8 bis 10 Grad wärmer und im Winter eben so viel kälter, als das Meer. Dieß hebt sich zwar in Rücksicht der mittleren Wärme das ganze Jahr hindurch auf; doch bleibt aber einige Ungleichheit übrig, weßwegen für 50 Meilen Abstand vom Meere unter der Breite von 70 Graden, $\frac{1}{3}$ Grad abzuziehen, bey 10° hingegen 1 Grad hinzuzusetzen ist, da bey 30° die mittlere Wärme unverändert bleibt u. s. w.

Diese Regeln werden nun auf die Temperaturen einzelner Länder und Oerter angewendet, und mit den Beobachtungen verglichen. Folgende Sätze enthalten die Resultate hiervon:

1. Der kälteste Monath ist der Januar, in den Breiten über 48° hinaus, der wärmste der Julius, in geringern Breiten der August.

2. Die Monathe December und Januar und Junius und Julius sind wenig von einander unterschieden. Ueber 30° Breite sind die Abweichungen der Monathe August, September, October und November beträchtlicher, als Februar, März, Aprill und May. In geringern Breiten sind die Unterschiede so groß nicht. Die Wärme im Aprill ist der mittleren Wärme am nächsten. Folglich erreichen die Wirkungen ihr Maximum nicht eher, als bis die Ursachen schon anfangen abzunehmen, und sie nehmen nach diesem Maximum schneller ab, als sie vor demselben zunahmen.

3. Auf 20° vom Aequator sind die Unterschiede zwischen den wärmsten und kältesten Monathen gering, werden aber größer, je weiter man sich vom Aequator entfernet.

4. In den größten Breiten, besonders um 59 und 60° findet man die Sonnenwärme auf 75 bis 80 Grade, und ist oft im Julius wärmer, als unter der Breite von 51°.

5. Jede bewohnbare Breite hat wenigstens zwey Monathe eine Wärme von 60 Graden, welche zum Reifen des Getreides nöthig ist. In den Nordländern reifen die Früchte wegen der langen Tage in kurzer Zeit, und wegen des thauenden Eises ist nicht viel Regen nothwendig.

6. Die mit Waldungen bedeckten, von großen Flüssen und stehenden Wässern durchschnittenen, oder mit Morästen und Sümpfen reichlich versehenen Länder sind kälter, als andere Länder bey derselben Breite; aus dieser Ursache ist das nördliche Amerika weit kälter als das längst bekannte feste Land, das mit jenem ein und dieselbe Breite hat; die weit beträchtlichere Verdunstung, welche in Amerika Statt hat, ist hieran vorzüglich Schuld. Die Gegenden aber, die mit Sande bedecket sind, wohin mehrere Ebenen in Afrika, einige große Plätze in Asien u. s. f. gehören, zeichnen sich durch ihre Hitze weit mehr als andere Länder aus. Rom, und der ganze Theil von Italien, der diese Stadt umgibt, war sonst kälter, als er jetzt ist, weil sonst viel Waldung daselbst war; dieß ist auch bey den mittägigen Gegenden von Deutschland, Frankreich u. s. f. der Fall.

7. Im heißen Erdstriche, wenn die Nächte 12 Stunden lang sind, hat die Sonnenwärme nicht hinlänglich Zeit, sich in diesem Zwischenraume zu zerstreuen; es ist daher noch eine ansehnliche Menge derselben bey der Rückkehr der Sonne gegenwärtig; indessen gibt es doch in diesen Gegenden Ursachen, zu welchen der häufige Thau, der in den heißen Ländern fällt, und der süße Saft, den die Pflanzen ausschwitzen, gehören, welche die Wärme mehr und mehr vermindern, und die Nächte sehr kühl machen. Es ist also die Beschleunigung der Wärme hier beträchtlicher, und die Wärme würde mit der Zeit zu einer außerordentlichen Heftigkeit kommen, wenn diesem nicht durch die Regenzeit, durch starke Winde und durch andere Ursachen Grenzen gesetzet würde. Ueberdieß ist

ist zu erwägen, daß die Erde unter dem Aequator eine Erhöhung von 10000 Toisen hat; mithin muß der Boden in diesem Theile der Erde bey übrigens gleichen Umständen seine innere Wärme eher erhalten als an andern Orten.

Die Beschleunigung der durch die Sonnenstrahlen hervorgebrachten Wärme ist also in Ansehung der Wärme, die man an der Oberfläche der Erde wahrnimmt, weit wirksamer als eine andere Ursache. Zu Tornea z. B. fallen die Strahlen der Sonne zur Zeit der Sommersonnenwende, oder nach derselben, eben so schief auf den Boden, als bey unsern Breiten um die Zeit der Nachtgleichen; eine große Anzahl derselben muß also in der Atmosphäre sich verlieren, und sie müssen den Boden in einer sehr schrägen Richtung berühren; sie werden folglich nicht mit der Kraft an die Körper anprallen, welche sich dann äußert, wenn die Strahlen eine mehr perpendikulaire Richtung haben. Indessen bringen sie doch denselben Grad der Wärme hervor, welchen sie im heißen Erdstriche verursachen, und dieser Erfolg kann also nur durch ihre fortdauernde Wirkung veranlasset werden. Die Sonne bleibt fast immer über dem Horizonte, und die Wärme, die sie der Erde an jedem Tage mittheilet, verliert sich daher nie, sie häuft sich an, und so schwach sie auch an jedem einzelnen Tage zu seyn scheinet, so steigt sie doch in einem Zeitraume zu demselben Grade, der in den heißesten Klimaten Statt findet.

8. Auf hohen Bergen ist die Kälte immer größer als in ebenen Gegenden, weil sich a) die Wärme in den letzteren weniger zerstreuet; weil b) die Lichtstrahlen hier mehr beysammen bleiben, und weniger davon verloren gehet, indeß sie auf dem Gipfel eines Berges sich aus einander begeben, und weil c) die Atmosphäre in der Ebene dichter ist, als auf Bergen; auch verlieren die Berge täglich etwas von ihrer Wärme; denn die Kälte scheint auf hohen Bergen täglich zu zunehmen; die Eislagen auf den Schweizergebirgen werden immer größer. So erzählet Herr **Gruner**, daß man heut zu Tage ganze Waldungen von Lerchenbäumen mitten

zwischen Eismassen, die nicht mehr zerschmelzen, gewahr wird. Auch in den Polarländern scheinen sich die Eismassen immer mehr zu vermehren.

Uebrigens können die Klimate durch die Cultur eine große Abänderung erleiden. Man findet hierüber Untersuchungen in Beziehung auf Nordamerika beym **Hugh Williamson** [α]) und in Rücksicht auf die europäischen Länder vom Abbé **Mann** [β]). Seit etliche 50 Jahren sind die Winter in Philadelphia weit gelinder und die Sommer weniger heiß geworden. Der **Abbé Mann** zeigt, daß die Schilderungen der Alten von dem kalten und unfruchtbaren Klima in Gallien, Germanien, Pannonien, dem europäischen Scythien u. s. f. auf den jetzigen Zustand der Länder nicht mehr passen, und gibt als Ursache dieser Veränderung die Verminderung der Seen und Moräste, das Ausrotten der ungeheuern Waldungen, den Anbau der Länder und, nach einer ihm eigenen Hypothese, das beständig zunehmende Uebergewicht des Wärmestoffs über den entgegengesetzten Stoff der Feuchtigkeit.

M. s. **Torb. Bergmann** physikal. Beschreibung der Erdkugel durch **Röhl**, Th. II. §. 138 f. **De la Metherie** Theorie der Erde, Th. I.; aus dem Französ. durch **Eschenbach**, Leipz. 1797.

Kloben, Flasche (mouffle). Unter diesem Worte, welches im Lateinischen keine eigentliche Benennung hat, versteht man das Gehäuse, in welchem eine oder mehrere Rollen angebracht sind. Verbindet man zwey solcher Kloben durch Hülfe eines Seiles, so um die Rollen wechselsweise geleget wird, mit einander, so nennt man alsdann diese Verbindung einen Flaschenzug. M. s. **Flaschenzug**.

Knallgold, Platzgold (aurum fulminans, or fulminant) ist ein Niederschlag des Goldes aus seiner Auflösung in Königswasser vermittelst des Ammoniaks, sowohl des

α) Transact. of the Americ. philos. society. Vol. I. Philad. 1771. 4. p. 272.; u. in Rozier Journ. de physique. Juin. 1773.

β) Commentat. Acad. scient. Theodoro - Palat. Vol. VI. physicum. Manh. 1790. 4. p. 82 sqq.

des ätzenden als des kohlensauren. Man bereitet ihn am besten so, daß man die Goldsolution mit etwa sechs Mahl so viel destillirtem Wasser verdünnt, hierauf so vielen reinen kohlensauren Salmiakgeist tröpfelt, bis kein Aufbrausen mehr entsteht. Den Niederschlag, welcher als ein gelblicher Kalk entsteht, wäscht man sorgfältig mit heißem destillirten Wasser aus, und trocknet ihn äußerst behutsam ohne angebrachte Wärme in der Luft, ohne ihn zu reiben oder stark zu drücken. Dieser Niederschlag, welcher ungefähr um $\frac{1}{4}$ schwerer ist, als das dazu gebrauchte Geld, zerplatzt bey einer geringen Erhitzung mit einer sehr starken Explosion, und einem heftigen Knalle.

Die Ursache des Platzens dieses Niederschlages befriedigend anzugeben, ist eben so leicht nicht. **Hoffmann** [α]) erklärte diese Eigenschaft aus einer dem Golde anklebenden Feuchtigkeit oder einem eigentlichen elastischen Stoffe; **Black** [β]) hingegen suchte das Platzen aus der Kohlensäure, **Baumé** [γ]) aus einem eigenen Salpeterschwefel, **Macquer** und andere aus einem salpetersauren Ammoniak herzuleiten. Allein **Bergmann** [δ]) hat alle diese Meinungen durch seine vielen angestellten Versuche hinlänglich widerleget. Das wohl ausgesüßte Knallgold hat keinen Geschmack, und löset sich im kochenden Wasser nicht auf. In dem Augenblicke, welcher vor dem Abknallen desselben vorhergehet, bemerket man an ihm weiter keine Veränderung, als daß es schwärzlich wird, und dann sogleich mit einer dunkeln Flamme und einem heftigen Knalle abbrennt. Unausgewaschenes platzt nicht so heftig, und mit kaltem Wasser gewaschenes mit einer hellen Flamme. Wenn das Knallgold zwischen lockerem Papiere verplatzt, so findet man es theils in sehr kleinen Körnern

 redu-

α) Experimenta, quae auri naturam ac proprietates declarant; in s. opusc. phys. chem. p. 368.
β) Essais and observat. read before a society in Edinb. Vol. II.
γ) Erläuterte Experimentalchymie. Th. III. S. 28 f.
δ) Disquis. chem. de calce auri fulminante, resp. *Car. Andr. Plomgren.* Ups. 1769. 4.; und in sein. opusc. phys. chem. Vol. II. S. 133 f.

reduciret, theils in ein röthliches oder violettes Pulver verwandelt. In genau verschlossenen und mit ihrer Mündung unter Wasser getauchten Röhren verpufft entwickelt sich ein luftförmiger elastischer Stoff, welcher nach allen Kennzeichen Stickstoffgas ist, und nach **Bergmann** aus einer halben Drachme Knallgold ungefähr 7 schwedische Cubikzoll beträgt. In starken metallenen Kugeln eingeschlossen erlangt das Knallgold über dem Feuer seine Metallgestalt wieder, ohne zu verplatzen, oder die Kugel zu zersprengen. Es ist also in der Art seiner Wirkung vom Schießpulver ganz verschieden. Das Knallgold verliert seine platzende Kraft auf mehrere Art: 1) ohne Zusatz für sich allein, wenn man es nach und nach und zu wiederhohlten Mahlen einer solchen Hitze aussetzet, welche der zum Abknallen erforderlichen sehr nahe kömmt; es wird endlich dunkelschwarz, und hört auf, Knallgold zu seyn; 2) durch den Zusatz jeder trockenen und pulverigen Materie, mit der das Knallgold innigst gemengt wird, und wodurch seine Theile von einander entfernet werden; 3) dadurch, daß man zwey Theile Schwefel behutsam abbrennt, oder auch das Knallgold nach und nach in fließenden Schwefel trägt. Alles Knallgold, welches auf diese Weise seine platzende Kraft verloren hat, läßt sich im Schmelzfeuer ohne Zusatz reduciren. Ein nicht knallender Goldkalk wird knallend, wenn man ihn mit der Auflösung von Ammoniaksalzen digeriret. Nach dem Absüßen findet man ihn am Gewicht vermehrt, und das Neutralsalz wird zum Theil zersetzt, und seine Säure frey gemacht. Die Salzsäure löset das Knallgold leicht auf, läßt es aber durch ein feuerbeständiges Alkali als Knallgold fallen. Wenn man gut ausgesüßtes Knallgold mit etwas Schwefelsäure aus einer Retorte destilliret, so steiget schwefelsaures Ammoniak auf, und das Knallgold verlieret seine platzende Kraft. Aus allen diesen Erfahrungen erhellet, daß das Knallgold Ammoniak enthält, und daß das Ammoniak allein die platzende Eigenschaft des Knallgoldes bewirket. Nach dem neuern Systeme wird das Knallgold als eine Ammoniak-

niak-Goldhalbsäure betrachtet, und während des Verkalkens wird so wohl das Ammoniak, als auch die Goldhalbsäure (Goldkalk) zerlegt. Der Wasserstoff des Ammoniaks verbindet sich nämlich mit dem Sauerstoffe der Goldhalbsäure, während sich der Stickstoff des Ammoniaks mit dem Wärmestoffe verbunden als Stickstoffgas entwickelt; dadurch erhält das Gold seine metallische Gestalt, und wird hergestellet.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie, Th. III. Halle 1795. 8. §. 2295 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 319.

Knallkügelchen sind kleine hohle Glaskugeln mit etwas Wasser, welche auf glühenden Kohlen, wo das Wasser durch die Hitze in Dämpfe verwandelt wird, mit einem heftigen Knalle zerspringen. Man gebrauchet sie, um die heftige Wirkung der elastischen Wasserdämpfe zu erweisen.

Knallluft s. **Gas, brennbares, Gas, dephlogistisirtes.**

Knallpulver (puluis tonans, poudre fulminante) ist ein Gemisch von drey Theilen Salpeter, zwey Theilen trockenen Weinsteinsalz und einem Theile Schwefel, welches das Besondere hat, daß es, ohne eingeschlossen zu seyn, auch schon in geringer Menge, bey einer allmähligen, bis zur Entzündung des Schwefels gehenden Erhitzung, in einem Löffel über glühenden Kohlen mit einem heftigen Schlage abbrennt, bey einer plötzlichen Erhitzung sind die Wirkungen weit schwächer, und auf glühende Kohlen geworfen knistert es nur mit einem mäßigen Geräusche.

Ohne Zweifel wird durchs allmählige Schmelzen des Knallpulvers aus dem Schwefelalkali schwefelhaltiges Wasserstoffgas gebildet, welches mit der aus dem Salpeter entbundenen Lebensluft eine Knallluft macht. Auf Kohlen gelegt knallt es nicht, weil es sich augenblicklich und ohne vorhergegangene Schmelzung der ganzen Masse entzündet.

Auch gehören hierher die so genannten Knallsalze des Herrn **Berthollet** (muriâte oxygèné de potasse) und des Herrn Prof. **Wurzer** zu Bonn (muriâte oxygèné de soude). Mit dem Knallsalze des Herrn Berthollet haben **Fourcroy** und **Vauquelin** verschiedene Versuche angestellet. Folgendes sind die hauptsächlichsten von ihren entdeckten Thatsachen.

1. Drey Theile des Salzes und ein Theil Schwefel in einem metallenen Mörser zu Pulver gerieben, zeigen dabey vervielfältige und successive Detonation, gleich einem Peitschenknall oder Pistolen- und selbst Flintenschuß, nach Maßgabe der Heftigkeit der Bewegung und der Stärke des Drucks, den man anwendet. In concentrirte Schwefelsäure geworfen entzündet sich das Gemenge plötzlich, und brennt ohne Geräusch mit einer blendend weißen Flamme.

2. Drey Theile des Salzes, ein halber Theil Schwefel, und ein halber Theil Kohlen machen noch stärkere Detonationen, als das vorhergehende Gemenge, wenn man sie in dem Mörser reibt, und ein noch stärkeres Getöse, wenn man sie auf dem Ambose schlägt. Die Flamme dieses Gemenges sowohl beym Verpuffen, als beym Einwerfen in Schwefelsäure, ist heftiger, lebhafter und röther als die des vorigen.

3. Gleiche Theile Knallsalz und gepulverter Spiesglanz verpuffen beym Stoßen, und bringen mit der Schwefelsäure nur röthliche Funken hervor. Der Zink zu gleichen Theilen verpufft damit ebenfalls mit einer weißen Flamme; zeigt aber nichts in der Schwefelsäure.

4. Das regulinische Arsenik verpufft damit sehr heftig beym Schlagen mit dem Hammer, und entzündet sich mit ganz außerordentlicher Heftigkeit und Glanze bey der Berührung mit Schwefelsäure. Es erhebt sich bey diesem letzten Versuche ein Rauch, welcher in der Luft die Gestalt eines Ringes annimmt, wie beym freywilligen Abbrennen des phosphorhaltigen Wasserstoffgas in ruhiger Atmosphäre.

5. Der Schwefelkies entzündet sich plötzlich, aber ohne Geräusch beym Zusammenreiben in einem metallenen Mörser.

ser. Wird das Gemenge auf einem stählernen Ambos geschlagen, so detoniret es stark und mit einer rothen Flamme.

6. Zinnober, und die schwefelhaltigen Spiesglanzkalke verpuffen beym Stoßen mit dem Knallsalze, aber sie entzünden sich mit der Schwefelsäure nicht. Eben dieß ist der Fall beym Gemenge aus bloßer Kohle und Knallsalze.

7. Zucker, Gummi's, fette und ätherische Oele, Alcohol, Aether mit Knallsalze vermischt, so daß diese letztern flüssigen entzündlichen Substanzen damit einen Brey bilden, haben die Eigenschaft, beym Stoß mit dem Hammer heftig zu verprasseln. Sie geben alle beym Verpuffen eine heftige Flamme. Beym bloßen Zusammenreiben verpuffen diese Gemenge nicht, und entzünden sich nicht. Einige davon entzünden sich mit der concentrirten Schwefelsäure; ihr Verbrennen ist aber langsam und successiv.

8. Alle die vorher angezeigten Substanzen, welche mit dem Knallsalze vermengt sich entzünden, und plötzlich abbrennen, und durch den Stoß des Hammers ein beträchtliches Getöse verursachen, bringen eine noch weit stärkere Detonation hervor, wenn man sie zwischen doppeltem Papiere preßt.

9. Die elektrische Erschütterung einer starken Maschine mit einer großen Batterie, brachte, wie der Stoß, alle vorher angezeigte Gemenge zum Verpuffen, und es verbreitete sich dabey ebenfalls Licht.

Dieses sonderbare Phänomen wird so erkläret: der Druck, wenn er besonders in einem sehr kurzen Zeitraume geschiehet, wie beym Stoß, begünstiget die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem entzündlichen Körper; diese Verbindung, die durch den plötzlich aus dem Knallsalze entwickelten Sauerstoff bewirket wird, ist mit einer plötzlichen Dilatation und der augenblicklichen Bildung von gasförmigen Stoffen begleitet, wodurch die umgebende Luft mit einer so großen Schnellichkeit zusammengedruckt wird, daß daraus ein beträchtliches Getöse entstehet. Das Licht, der Dampf, der jedem der angewandten verbrennlichen Körper eigene Geruch beweisen,

daß

daß eine wahre Entzündung Statt findet, deren Gewalt und Heftigkeit die starke Detonation zu zuschreiben ist.

Die durch Schwefelsäure hervorgebrachte Entzündung rührt von der Entbindung des gasförmigen oxygenirten Salzsauren her, in welchem die mit dem Salze vermengten verbrennlichen Materien sich noch plötzlicher entzünden, als im gewöhnlichen oxygenirt-salzsauren Gas.

Aehnliche Wirkungen fand Herr **Wurzer** bey seinem entdeckten Knallsalze. Er rieb ungefähr $1\frac{1}{2}$ Gran davon in einer gläsernen Reibschale; nach vorausgegangenen Funken und Knistern entstand auf ein Mahl ein betäubender Knall mit einer zwey Fuß hohen Flamme, welche Herrn **Wurzer** ein Theil des Kleides verbrannte und das Auge ein wenig beschädigte. Gleichwohl fand sich noch ein halber Gran unzersetzte Materie in der Schale.

M. s. **Gren** neues Journal der Physik. B. IV. S. 238 f. **Crells** chemische Annalen 1792. XI Stück.

Knallsilber (argentum fulminans, argent fulminant) ist ein Niederschlag des Silbers aus seiner Auflösung in reiner Salpetersäure mit Kalkwasser, welcher mit destillirtem Wasser abgewaschen, dann mit ätzendem Salmiakgeiste im Sonnenlichte so lange digeriret worden, bis er eine schwärzliche Farbe angenommen hat. Dieß getrocknete Pulver knallt nicht nur bey einem Grade der Erhitzung, welcher den des kochenden Wassers übertrifft, sondern auch beym Reiben und Drucken mit irgend einem Körper mit einer erstaunlichen Explosion, so daß die Zubereitung des Knallsilbers mit vieler Gefahr verbunden ist.

Die platzende Eigenschaft des Knallsilbers rührt von derselben Ursache her, als die des Knallgoldes, indem das Knallsilber eigentlich bloß ein Ammoniak-Silberkalk (Ammoniak-Silberhalbsäure) ist. Während des Knallens wird nämlich so wohl das Ammoniak als auch der Silberkalk zerlegt. Der Wasserstoff des Ammoniaks verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Silberkalks, und es entsteht Wasser; indessen verbindet sich der Stickstoff mit dem Wärme-

stoffe,

stoffe, und verursachet vermöge seiner großen auf ein Mahl erhaltenen Elasticität das Knallen.

M. s. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 315.

Knochenerde s. **Kohle**.

Knoten, der Planeten- Mond und Kometenbahnen (nodi planetarum, lunae et cometarum, noeuds des planètes, de la lune et des cométes) heißen die beyden Punkte, in welchen die Planeten-, Mond- und Kometenbahnen die Ekliptik an der scheinbaren Himmelskugel durchschneiden. So bald als diese Himmelskörper in ihrem Laufe um den Himmel in die Knoten kommen, so befinden sie sich selbst in der Ekliptik, und haben daher keine Breite. Weil die scheinbare Sonnenbahn oder die Ekliptik ein größter Kreis der Himmelskugel ist, in dessen Ebene die Erdbahn liegt, so müssen sich auch die Bahnen der Planeten u. s. und der Erde in einer geraden Linie schneiden, welche die **Knotenlinie** heißt, und deren Endpunkte folglich die Knoten sind. Die Sonne befindet sich aber in der Ebene der Erd- und der Planetenbahn, mithin in der Knotenlinie, und es müssen daher die Knoten aus der Sonne gesehen einander gerade gegenüberliegen.

Der eine von beyden Knoten heißt der **aufsteigende** (ascendens, ascendant, ☊), der andere der **niedersteigende** (descendens, descendant, ☋), weil der Planet im ersten Falle in seiner Bahn durch den Knoten in die nördliche Halbkugel hinaustritt, und daher nördliche Breite hat, im andern aber, weil er aus dem andern Knoten in die südliche Halbkugel hinabgehet, und daher südliche Breite erlangt.

Die Beobachtungen lehren, daß die Knoten nicht in einerley Punkt der Ekliptik bleiben, sondern sie rücken sämmtlich der Ordnung der Zeichen jährlich entgegen. Dieses Vorrücken beträgt zwar bey den Planeten jährlich etwas weniges, in einer langen Reihe von Jahren aber konnte es den Astronomen unmöglich verborgen bleiben. Hingegen ist

das

das Vorrücken der Knoten des Mondes weit merklicher, indem sie jährlich der Ordnung der Zeichen um 19° 10′ 43″ entgegenrücken, und daher in 18 Jahren 224 Tagen 4 Stunden 45 Minuten einen ganzen Umlauf machen. Diese Bewegung der Knoten ist eine nothwendige Folge der allgemeinen Anziehung der Weltkörper gegen einander. Wenn nämlich die Bahn des angezogenen Planeten in einer ganz andern Ebene liegt als die Bahn des anziehenden, so muß nothwendig die Ebene der Planetenbahn die leztere beym jedesmahligen Umlaufe etwas früher durchschneiden, als sonst geschehen seyn würde, weil er stetig gegen dieselbe gezogen wird; es müssen also die Knoten der Planetenbahn nach derjenigen Seite fortrücken, welche der Bewegung des anziehenden Körpers entgegengesetzet ist. Weil nun alle Planeten nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne laufen, so entsteht daraus eine rückgängige Bewegung aller Knoten, welche beym Monde am merklichsten ist, indem dieser gegen die Sonne, gegen die Venus und gegen den Jupiter sehr stark graviciret, und daher in seinem Umlaufe um die Erde gar sehr gestöret wird.

Wenn man den Lauf der Planeten bestimmen will, so muß die Bewegung der Knoten ihrer Bahnen bekannt seyn. M. s. den Artikel **Weltsystem**.

Knotenlinie (linea nodorum, ligne des noeuds) ist die gemeinschaftliche Durchschnittslinie der Ebenen der Planetenbahnen mit der Ebene der Erdbahn oder der Ekliptik. Die Lage der Knotenlinie läßt sich finden, wenn man den Planeten zu der Zeit, da er noch südliche Breite hat, so lange beobachtet, bis er nördlich zu werden anfängt. Denn sobald die südliche Breite Null ist, so muß die Planetenbahn in der Ekliptik liegen, und die Länge des Planeten mit der Länge des aufsteigenden Knotens einerley seyn. Die Länge des niedersteigenden Knotens ist um 180 Grade größer. Diese Beobachtungen lehren, daß die Lage der Knotenlinie nicht immer einerley bleibet, sondern sich um die Sonne der Ordnung der Zeichen entgegen drehet. M. s. den Artikel **Knoten**.

Kobalt,

Kobalt, Kobold (cobaltum, cadmia fossilis metallica, cobalt). Dieser ist erst durch **Brandt** *) als ein eigenes Metall unterschieden worden. Seine Farbe ist Bleygrau; sein specifisches Gewicht zwischen 7,000 und 7,700. Er ist spröde und zerfällt unter dem Hammer; zeigt aber doch im Zustande seiner größten Reinigkeit einige Dehnbarkeit. Gewöhnlich ist er mit Arsenik, Nickel und Eisen verunreiniget.

Der Kobalt ist sehr strengflüssig, und immer um desto mehr, je reiner er vom Arsenik ist. Man rechnet die Hitze, wobey er gewöhnlich fließt, so hoch, als die des schmelzenden Kupfers. Wenn der Kobalt im Flusse langsam genug erkaltet, so zeiget er auf seiner Oberfläche eine netzförmige Bildung, und krystallisiret sich auch nach **Monge**z in nadelförmigen über einander liegenden Bündeln.

Der Kalk des Kobalts ist schwarz, beygemischter Arsenik macht ihn röthlich oder braun. Bey der Verkalkung ist weder Rauch noch Flamme wahrzunehmen, wenn das Metall rein war. Arsenikfreyer Kobalt hat nach der Verwandlung in Kalk bey lange fortgesetztem Rösten eine Gewichtszunahme von 20 Procent und drüber. Mit verglaslichen Materien den Kobaltkalk in Fluß gebracht gibt er die so genannte **Smalte**, ein schön blaues Glas, welches das einzige ist, das man bey Verglasungen gebrauchen kann. Von den mineralischen Säuren wird der Kobalt aufgelöset, und die Auflösung desselben in Königswasser gibt nach der Verdünnung mit Wasser die so genannte sympathetische Tinte des Herrn **Hellot**, deren Schrift auf weißem Papiere in der Kälte verschwindet, in der Wärme aber schön grün zum Vorschein kommt. Wenn man ferner einen Theil reinen Kobaltkalk in 16 Theilen destillirten Weinessig in einem Kolben im Sandbade, bis 4 Theile des Essigs übrig bleiben, kocht, die Auflösung durchseihet, welche rosenroth aussehen muß, hierauf sie noch um die Hälfte verdampfen läßt, den vierten Theil des angewandten Kobalts an Küchensalz hinzusetzet, und es zusam-

*) Acta litteral. Upsal. 1735. p. 33.

zusammen in der Wärme auflösen läßt, so erhält man des Herrn **Ilsemann** schöne blaue sympathetische Tinte. Die damit gemachten Schriftzüge verschwinden in der Kälte, kommen aber in der Wärme schön blau wieder zum Vorschein, und verschwinden wieder in der Kälte.

Der **Safflor** oder **Zaffer** ist der Kobaltkalk mit mehr oder weniger zart zerpulvertem Sande oder Kiesel vermischt.

Von dem Magnetismus des Kobalts s. m. den Artikel **Magnet.**

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. §. 3070 f.

Kochen s. **Sieden.**

Kochsalzsäure s. **Salzsäure.**

Kochsalzsaure Luft s. **Gas, salzsaures.**

König s. **Metalle.**

Königswasser, Goldscheidewasser, salpetersaure Salzsäure (aqua regis s. regia, acidum nitro-muriaticum, eau régale, acide nitro-muriatique) ist eine Mischung von Salpetersäure und Salzsäure, welche einige Metalle auflöset, die von reinen Säuren entweder gar nicht oder doch nur sehr schwer aufgelöset werden. Platina und Gold werden von Königswasser allein; Zinn- und Spiesglaskönig wenigstens besser und leichter als von andern Säuren aufgelöset.

Mischt man einen oder zwey Theile starke und farbenfreye Salpetersäure mit vier Theilen rauchenden Salzgeist zusammen, so entstehet Erhitzung und Aufbrausen, und es entwickelt sich dephlogistisirte Salzsäure; so wie diese übergehet, färbt sich die rückständige Flüssigkeit; hingegen entbindet sich keine Salpeterluft. Nach dem neuern Systeme *) wird die Salpetersäure zerleget. Es verbindet sich ein Theil des Sauerstoffes der Salpetersäure mit der Kochsalzsäure, und geht zum Theil in Gestalt von übersaurem kochsalzgesäuer-

*) Berthollet Bemerkungen über das Königswasser; aus den mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1785.; in Crells chemisch. Annalen 1791. B. II. S. 156.

säuerten Gas hinweg. Die Salpetersäure wird dadurch, daß sie ihren Sauerstoff zum Theil verlieret, in salpeterhalbsaures Gas verwandelt, und bleibt mit einem Theile der übersauren Kochsalzsäure, mit dem Theile der Salpetersäure, die ihren Stoff nicht verloren hat, und mit dem Theile der Kochsalzsäure, der nicht übersauret worden ist, verbunden zurück. Dem zufolge besteht das Königswasser aus Salpetersäure, aus Kochsalzsäure und aus salpeterhalbsaurem Gas.

Daraus erhellet, warum es nur wenig Salpetersäure bedarf, um der Salzsäure die Eigenschaften des Königswassers zu geben; warum man ein minder wirksames Königswasser erhält, wenn man sich bey übrigens gleichen Umständen, der phlogistisirten statt der dephlogistisirten Salpetersäure bedienet; und endlich warum das Königswasser eine andere auflösende Kraft hat, und warum seine Verbindungen mit Körpern andere Resultate gewähren, als die Salpetersäure oder die gemeine Salzsäure allein.

Das Königswasser hat einen eigenthümlichen starken Geruch, und gewöhnlich eine gelbliche Farbe.

Sonst verfertigte man auch das Königswasser zu besondern Anwendungen, besonders zur Auflösung gewisser Metalle, so, daß man Salmiak oder Küchensalz in Salpetersäure auflöset.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. §. 843 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie; Berlin, 1795. 8. S. 191.

Körper (corpus, corps). Unter diesem Ausdrucke versteht man im ganz Allgemeinen alle Gegenstände, welche in die Sinne fallen. So nehmen wir an jedem Körper eine räumliche Ausdehnung wahr, die mit Materie ausgefüllt ist, wie sich denn überhaupt kein Körper ohne räumliche Ausdehnung denken läßt. Alle Veränderungen, welche mit den wirklichen Körpern vorgehen, können wir bloß durch unsere Sinne erkennen, und alle mögliche Erscheinungen der Körper, selbst die Gesetze, die sie befolgen, müssen ganz allein aus Erfahrungen abgeleitet werden. Weil aber ein jeder

Körper aus Materie bestehet, über deren Existenz keine andere als metaphysische Untersuchungen Statt finden können, so muß es selbst dem Physiker, wenn er seine von den Körpern gemachten Erfahrungen bis auf die ersten Gründe zurückführen will, nothwendig werden, diesen metaphysischen Theil allen übrigen Untersuchungen vorangehen zu lassen. Welche Vorstellungen aber sich die Weltweisen von der Materie überhaupt gemacht haben, das soll unter dem Artikel, **Materie**, weiter gezeiget werden. Hier sollen bloß die Eigenschaften eines Körpers im Allgemeinen angeführet werden, und zwar vors erste nach dem atomistischen und nachher nach dem dynamischen Systeme.

Es läßt sich kein Körper anders gedenken, als daß er in einem Raume enthalten ist, welchen man nach dreyerley auf einander stehenden senkrechten Richtungen abmessen, oder, worin man Länge, Breite und Höhe unterscheiden kann. Ein jeder Körper besitzet also Ausdehnung, welche durch Flächen begrenzet ist, deren Lage und Stellung gegen einander die Figur des Körpers bestimmt; mithin hat auch jeder Körper eine Figur. Das, was den Raum eines Körpers erfüllet, heißt **Materie.** Diese nimmt das atomistische System als absolut und undurchdringlich an, d. h. ihre Existenz allein verursachet, daß in dem Raume, welchen sie erfüllt, keine andere Materie seyn kann. Da nun aber die Erfahrung lehret, daß es gar keinen Körper gibt, welcher absolut undurchdringlich wäre, so ist man genöthiget anzunehmen, daß ein jeder Körper nicht in allen Punkten des Raumes, den er einnimmt, Materie enthalte, sondern daß leere Zwischenräume eingestreuet sind. Hiernach kann es also Körper geben, die in gleich großen Räumen mehr oder weniger undurchdringliche Materie enthalten, woraus der Begriff von **Dichtigkeit** entstehet. M. s. **Dichtigkeit.** Hieraus folgt nun, daß Ausdehnbarkeit und Undurchdringlichkeit wesentliche Eigenschaften der Körper sind, weil sie mit der Vorstellung derselben unzertrennlich verbunden sind.

Ferner

Ferner lehret die Erfahrung, daß die Körper theilbar sind. Weil aber die Materie den Raum des Körpers nicht so vollkommen ausfüllet, als die Theile des Raums den Raum ausfüllen, so ist man genöthiget, bey der Theilung der Materie zuletzt auf Körperchen zu kommen, die weiter nicht mehr theilbar sind, und denen man wenigstens aus subjectiver Nothwendigkeit die Ausdehnung nicht absprechen kann. Wegen der absoluten Undurchdringlichkeit der Atome nehmen daher die Atomistiker an, daß der erste Zustand aller Körper die Härte ist, und daß die übrigen Zustände der Körper, als Zähigkeit, Weichheit, Flüssigkeit u. s. f. bloße Folgen von einwirkenden Kräften und Bewegungen, welche auf die Werkzeuge unserer Sinne wirken, sind. Weil also ein jeder Körper theilbar ist, so muß man auch die Theilbarkeit als eine allgemeine Eigenschaft der Körper betrachten.

Endlich lehret auch die Erfahrung, daß es keinen Körper gebe, welcher nicht der Bewegung fähig wäre; mithin ist auch die Beweglichkeit der Körper als eine ganz allgemeine Eigenschaft der Körper zu betrachten. Da aber die Körper keine innere Bestimmungsgründe haben, sich von selbst zu bewegen, oder, wenn sie schon beweget sind, sich von selbst in Ruhe zu versetzen, so wird auch alle Mahl eine Ursache da seyn müssen, um Körper in Bewegung zu bringen, und bewegte Körper wieder in Ruhe zu setzen. Die Gleichgültigkeit der Körper gegen Bewegung und Ruhe nennt man **Trägheit**, und die Ursachen ihrer Aenderungen **Kräfte**. Nach dem atomistischen Systeme liegen die Kräfte außer dem Körper. Weil aber denselben gewisse Erscheinungen offenbar entgegen sind, so ist es gekommen, daß sich verschiedene Physiker von der Attraction und von der Trägheit der Körper verschiedene Begriffe gemacht haben. Die meisten aber, welche der atomistischen Lehre zugethan sind, gestehen lieber offenherzig, daß ihnen die Ursachen über diese Veränderungen unbekannt sind, und geben daher die Ausdrücke, Attraction, **Schwere**, **Cohäsion**, **Adhäsion**, **Verwandtschaften** u. s. f. nicht als Ursachen, sondern als Phä-

nomene der Körper an, welche also noch fernere Ursachen haben müssen.

Nach dem dynamischen Systeme, nach welchem das Wesen der Materie in zurückstoßenden und anziehenden Kräften bestehet, über und unter welchen größere und kleinere Kräfte bis ins Unendliche gedacht werden können, ist kein Körper absolut undurchdringlich. Zugleich weiß man hier einen Grund der Undurchdringlichkeit der Materie anzugeben, indem die ausdehnende Kraft derselben solche möglich macht. In Rücksicht der Dichtigkeit kömmt es hier bloß auf den Grad der Erfüllung des Raumes von bestimmter Größe an. Da es nun unendliche Grade der Erfüllung geben kann, so muß es auch verschiedene Grade der Dichtigkeit der Materie geben. Es kann daher ein Körper seinen Raum mit Continuität erfüllen, und doch weniger dicht als ein anderer Körper seyn; wenn nämlich jener den Raum im geringern Grade erfüllt, als dieser.

Ferner ist nach diesem Systeme die Materie ins Unendliche theilbar, daraus folgt aber keines Weges, daß ein Körper im bestimmten Raume aus einer unendlichen Menge von Theilen bestehe. M. s. **Theilbarkeit.** Was endlich die Bewegung der Körper betrifft, so liegt der Grund ganz allein in der den Körpern wesentlich zukommenden Anziehung und Zurückstoßung. Zuletzt kann man nach diesem Systeme den ursprünglichen Zustand der Körper nicht als hart annehmen, indem derselbe alle mögliche Zustände nach der Verschiedenheit der Grade der Erfüllung des Raumes haben kann.

Körper, feste, starre (corpora solida, rigida, corps solides, rigides) heißen diejenigen Körper, deren Theile vermittelst einer jeden Kraft nicht so leicht an einander verschoben werden können, welche folglich mit einem gewissen Grade der Kraft dem Verschieben der Theile widerstehen. Man ist bis jetzt immer der Meinung gewesen, daß die Möglichkeit der festen Körper ganz allein auf dem Zusammenhange ihrer Theile beruhe. Allein es bleibt alsdann immer unerklärbar, wie bey festen Körpern die Theile dem Verschieben

schieben so mächtig widerstehen, da sie vielleicht unter sich einen geringern Zusammenhang, als manche flüssige Körper haben, deren Theile sich jedoch von einer jeden Kraft ohne Hinderniß verschieben lassen. Die Möglichkeit der festen Körper erfordert also außer dem Zusammenhange ihrer Theile noch eines andern Erklärungsgrundes, welches vorzüglich in der Reibung der materiellen Theile an einander bestehet.

Körper, flüssige (corpora fluida, corps fluides) heißen diejenigen, deren Theile ungeachtet ihres Zusammenhanges dennoch von einer noch so kleinen bewegenden Kraft an einander verschoben werden können. Man nimmt gemeiniglich an, daß flüssige Körper diejenigen sind, deren Theile mit einer sehr geringen Kraft zusammenhängen. Es ist dieß aber offenbar irrig; denn die eigene Bildung der Theile eines flüssigen Körpers beweiset, daß seine Theile stark zusammenhängen müssen, weil sie durch die Kugelgestalt, die sie annehmen, in das vollkommenste Gleichgewicht, und hiermit in die größt mögliche Berührung unter sich selbst kommen. Der Hauptunterschied der flüssigen Körper von den festen Körpern besteht darin, daß auch in den kleinsten Theilen der flüssigen Körper nicht die mindeste Reibung Statt findet, folglich dieselben unter sich eben so beweglich sind, wie im leeren Raume, welches bey festen Körpern nicht ist. Denn würde nur die mindeste Reibung der Theile der flüssigen Körper Statt finden, so müßte in zwey communicirenden Schenkeln einer gebogenen Röhre der flüssige Körper eine Höhe in dem einen Schenkel ein Mahl erreichen können, bey welcher eine sehr kleine Quantität der Flüssigkeit in den engern Schenkel gegossen, wenn nur dieser kein Haarröhrchen ist, die in dem weitern nicht aus ihrer Lage verrücken, mithin die Flüssigkeit in dem engern Schenkel höher, als in dem weitern, stehen könne, weil die untern Theile bey einem so großen Drucke derselben unter einander nicht mehr durch eine so kleine bewegende Kraft, als das Gewicht der geringen Flüssigkeit ist, verschoben werden könnten.

Es sind daher die flüssigen Körper von den festen Körpern vorzüglich in folgenden verschieden:

1. Die Theile eines flüssigen Körpers können wegen der nicht Statt findenden Reibung unter einander von jeder noch so geringen Kraft an einander verschoben werden; welches wegen der Reibung der Theile eines festen Körpers nicht angehet. Wenn also ein Theil oder etliche Theile eines flüssigen Körpers durch eine bewegende Kraft zur Bewegung angetrieben werden, so können auch diese Theile beweget werden, ohne daß der ganze flüssige Körper in Bewegung kömmt. Daher können auch zwey Kräfte, welche an zwey verschiedenen Theilchen eines flüssigen Körpers nach gerade entgegengesetzten Richtungen wirken, einander nicht im Gleichgewichte erhalten; es wäre denn, daß auf irgend eine Art verhindert würde, daß die dazwischen liegenden Theilchen nicht ausweichen könnten.

2. Die flüssigen Körper nehmen die Gestalt der Gefäße an, in welchen sie eingeschlossen sind. Dieß ist eine nothwendige Folge der Verschiebbarkeit ihrer Theile unter einander, keinesweges aber eine Folge des geringen Zusammenhanges derselben.

3. Die Theile eines flüssigen Körpers, besonders die kleinern, nehmen von selbst die Gestalt einer Kugel an, woraus eben offenbar der große Zusammenhang der Theile unter einander erhellet. Denn wäre der Zusammenhang der Theile eines flüssigen Körpers sehr gering, so würden sie nach mathematischen Gründen unmöglich sich in die Form einer Kugel von selbst versetzen.

4. Flüssige Körper nehmen, wenn ihre Theile in Ruhe sind, eine völlig ebene oder wagrechte Oberfläche an. Auch dieß ist eine Folge der Verschiebbarkeit der Theile, aber keinesweges des geringen Zusammenhanges derselben. Denn es werden hier die Theile nicht von einander getrennt, sondern nur an einander verschoben.

5. Nach dem dynamischen Systeme kann man auch annehmen, daß ein vollkommen flüssiger Körper seinen Raum mit

mit Continuität ausfüllt, welches bey der Struktur der festen Körper nicht Statt findet. Daher kommt es, daß man in einer flüssigen Materie auch mit den besten Vergrößerungsgläsern keine Zwischenräume wahrnehmen kann.

6. Ein jeder Theil eines flüssigen Körpers wird von dem darüber und darunter liegenden Theile eben so stark gedruckt, als er selbst die darüber und darunter liegenden Theile druckt. Man könnte daher auch einen flüssigen Körper so erklären, daß ein jeder Theil nach allen Richtungen mit eben der Kraft sich zu bewegen trachtet, womit er nach irgend einer gedruckt wird. Dieß sind vorzüglich die Merkmahle eines flüssigen Körpers, wodurch er von einer Anhäufung von festen Körperchen, wie z. B. Sand, unterschieden werden kann.

Descartes setzte das Wesen der flüssigen Körper in eine beständige innere Bewegung der Theile; den Zusammenhang der festen Körper aber sieht er als eine Folge der Ruhe ihrer Theile an; **Boerhaave** hingegen hat das Feuer für die Ursache aller Flüssigkeit gehalten. Wahrscheinlich wirkt aber das Feuer oder die Wärme hier nicht mechanisch, sondern vielmehr chemisch, und obgleich flüssige Körper durch Entziehung der Wärme in feste, und hinwiederum feste durch den Beytritt der Wärme in flüssige Körper verwandelt werden können, so hat man doch keinesweges Recht zu behaupten, daß der ursprüngliche Zustand eines Körpers Festigkeit sey, und die Wärme die Flüssigkeit allein bewirke. Es kömmt hier bloß auf das Verhalten der Wärme gegen einen Körper an; diese bildet nämlich in Verbindung mit einer andern Materie im verschiedenem Verhältnisse auch Körper von eigener Natur und eigenen Eigenschaften. Es kann daher der ursprüngliche Zustand eines Körpers so wohl Festigkeit als Flüssigkeit seyn.

Man unterscheidet auch Grade der Flüssigkeit. So ist ein Körper flüssiger als der andere, wenn er beym Ausgießen mehr oder kleinere Tropfen bildet, als ein anderer. Unter

 gleichen

gleichen Umständen bewirket ein stärkerer Wärmegrad auch einen höhern Grad der Flüssigkeit.

Das Feuer macht jedoch nicht alle Körper flüssig, welches daher zu rühren scheinet, weil diese Körper eher zersetzet werden, als daß sie schmelzen.

Sehr viele flüssige Körper sind selbst Auflösungsmittel anderer festen Körper, welche also dadurch ebenfalls diese zu flüssigen machen. Hiervon gibt die Chemie unzählige Beyspiele. So werden z. B. Metalle, Gummi's, Harze, Salze u. s. f. durch Flüssigkeiten aufgelöset.

Uebrigens unterscheidet man noch tropfbar flüssige Körper von elastisch flüssigen. In wie fern dieser Unterschied Statt finden könne, s. m. den Artikel **expansible Flüssigkeiten.**

Kohle (carbo, charbon) heißt der Rückstand eines organischen Körpers ohne Zutritt der freyen Luft nach ihrem vollkommenen Glühen. Es ist diese eine schwarze, feste, spröde, unschmelzbare, im Wasser völlig unauflösbare, geruch- und geschmacklose Materie, die, wenn sie aus festen Körpern herrühret, auch noch merklich das Gewebe und die Struktur desselben an sich hat. In verschlossenen Gefäßen erleidet die Kohle durch das heftigste Feuer keine Aenderung, an freyer Luft aber verbrennt sie in der Hitze mit Glühen, ohne Rauch und Ruß, und auch nicht ein Mahl mit Flamme, wenn sie keine Theile hat, die durch trockene Destillation daraus noch abgesondert werden könnten, oder keine Feuchtigkeit in ihr ist.

Das Verbrennen der Kohlen in eingeschlossenen Zimmern verdirbt die Luft, und macht sie erstickend, indem sie nicht allein die Lebensluft der atmosphärischen Luft zersetzen, sondern auch selbst eine eigene irrespirable Luftart, nämlich das kohlengesäuerte Gas, erzeugen. Uebrigens ist es im gemeinen Leben ein Vorurtheil, wenn man glaubt, daß nur diejenigen Kohlen in eingeschlossenen Zimmern schädlich wären, die noch dampften, die ausgeglüheten aber dem Leben nicht

nicht mehr gefährlich wären, da doch das Verbrennen selbst, auch von der reinsten Kohle, die Luft irrespirabel macht.

Nach dem Verbrennen der vegetabilischen Kohlen bleibt eine lockere Masse, die Asche, zurück, welche ungefähr den achten Theil des Gewichtes der Kohlen ausmacht, und aus dem fixen Gewächslaugensalze, verschiedenen Erden und einem Antheile von Eisen bestehet. Die thierische Kohle hingegen ist keinesweges so entzündlich, wie die vegetabilische Kohle, und brennt nie, wie diese, allein. Nach dem Einäschern der thierischen Kohle bleibt eine ganz weiße Erde übrig, die nicht locker und staubig ist, sondern Zusammenhang genug hat, um die organische Struktur der Knochen zu zeigen. Man nennt sie **Knochenerde** oder **Knochenasche.**

Die Holzkohlen, welche für das gemeine Leben und für die Chemie so brauchbar sind, werden aus Scheitholze entweder in liegenden oder stehenden Meilern verfertiget. Es wird nämlich das Scheitholz um einen Pfahl herum errichtet, nachher selbiges mit Rasen, oder Laub, oder Lehmen u. d. gl. bedecket, und durch eine angebrachte Oeffnung angezündet. Uebrigens wird das Feuer so regieret, daß es durch angebrachte Oeffnungen in der Bewerfung inwendig beständig fortbrennt, sonst aber keine helle Flamme herausschlägt. Wenn der Meiler ganz durchbrannt ist, so wird das Feuer erstickt.

M. s. **Macquer** chymisches Wörterbuch, Artik. **Kohle.**

Kohlensäure (acidum carbonicum, acide carbonique) ist eine eigene Säure, welche aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Kohlenstoffe entstehet, wenn sie sich mit Wasser vereiniget, und dadurch in tropfbar flüssiger Gestalt zeiget. Eigentlich entwickelt sich diese Säure nie anders als in Gasgestalt, und heißt alsdann **kohlengesäuertes Gas, luftsaures Gas, fixe Luft.** M. s. **Gas, mephitisches.** Allein sie verbindet sich mit dem Wasser, und macht in diesem Zustande die kohlensäure oder luftsäure aus. Bey einer höhern Temperatur wird alle Kohlensäure aus dem Wasser wieder ausgeschieden; selbst an

der freyen Luft geht sie größtentheils aus demselben wieder hinweg.

Uebrigens hat die Kohlensäure einen säuerlichen und stechenden Geschmack, sprudelt, röthet die blauen Pflanzensäfte, und kömmt überhaupt mit der Natur der natürlichen Sauerbrunnen überein.

Kohlenstoff (carbonicum, carbone, carbon pur) ist nach dem neuern Systeme ein einfacher Stoff, welcher die Basis des kohlengesäuerten Gas ausmacht, und in der Kohle der vegetabilischen und thierischen Substanzen enthalten ist. Ueberhaupt findet sich der Kohlenstoff in großer Menge in der Natur; er macht den größten Antheil aller thierischen und vegetabilischen Stoffe und der Erdharze aus; er findet sich in verschiedenen Steinarten, im Roheisen und Stahle, und bildet hauptsächlich das Reißbley. M. s. **Reißbley.**

Wenn man das Verbrennen mit einer wohl ausgeglüheten Holzkohle unter einer mit Lebensluft gefüllten, und mit Quecksilber gesperrten Glasglocke unternimmt, so daß man etwas Zunderschwamm und Phosphor an die Kohle geklebet hat, und diese durch ein Brennglas von außen vermittelst des Sonnenfeuers anzündet; so findet man, daß die elastische Flüssigkeit unter der Glocke dabey nicht verschwindet, wie beym Verbrennen des Phosphors, sondern daß vielmehr eine eigene Luftart sich bildet, die nicht zum Athemhohlen und zur Unterhaltung des Verbrennens dienet. Bringt man die unter der Glocke befindliche elastische Flüssigkeit mit kaltem Wasser zusammen, so wird sie davon nach und nach eingesogen, und das Wasser erhält die Eigenschaften einer schwachen Säure, und röthet die Lakmustinktur. Aetzende Lauge und Kalkwasser verschlucken diese Gasart noch schneller, und erleiden dadurch selbst Veränderungen in ihrer Natur. Die davon übrig bleibende Luft, welche das Wasser oder die ätzende Lauge nicht verschluckt, ist der Antheil unveränderter Lebensluft, der nicht zum Verbrennen der Kohle mit angewendet wurde, weil ihn jenes erzeugte Gas zuletzt

daran

daran hinderte. Hat man nun die Kohle vor dem Verbrennen gewogen, so wiegt der Rückstand der Kohle nach dem Verbrennen mit der gebildeten Gasart zusammen so viel, als die Kohle vor dem Verbrennen und der Antheil der zersetzten Lebensluft zusammen wogen. Nach **Lavoisiers** genauer Bestimmung verzehren 28 Theile Kohle etwa 72 Theile Lebensluft dem Gewichte nach, und es bilden sich daraus zusammen 100 Theile dieser eigenthümlichen Gasart, die vom Kalkwasser oder ätzender Lauge absorbiret wird.

Das neuere System erkläret diesen Versuch auf folgende Art: die Kohle verbindet sich beym Prozeß des Verbrennens in der Lebensluft mit dem Sauerstoffe derselben, dadurch wird die Lebensluft zersetzt, ihr Wärmestoff wird frey und bildet das Feuer. Die Kohle und der Sauerstoff zusammen werden durch einen Antheil Wärmestoff, welchen sie binden, gasförmig, und bilden so das kohlengesäuerte Gas, dessen Gewicht dem Gewicht der zerstörten Lebensluft und der verbrannten Kohle zusammen correspondiret. Es bestehet also das kohlengesäuerte Gas aus Sauerstoff, Wärmestoff und dem aus der Kohle gekommenen Stoffe, oder dem so genannten **Kohlenstoffe**.

Der Kohlenstoff wird als eine einfache Substanz angenommen, weil er die Basis einer eigenen Säure ist. Um ihn von den Substanzen, die ihn enthalten, abzusondern, hat man nur nöthig, diese Substanzen einer mittleren Temperatur auszusetzen, und diese plötzlich zu verstärken, wodurch man kohlengesäuertes Gas, und wenn der Zutritt der freyen Luft ausgeschlossen ist, feste Kohle erhält. Bey den chemischen Operationen bleibt die Kohle, als der feuerfeste Theil, in der Retorte zurück, nachdem die übrigen Bestandtheile der vegetabilischen und thierischen Substanzen in Gas verwandelt worden sind.

Die gewöhnliche Holzkohle ist nicht ganz reiner Kohlenstoff. Sie enthält außer dem Kohlenstoff noch Wasser, Erde und Pottasche. Daher kann es kommen, daß bey den Versuchen damit sich zuweilen eine Verschiedenheit findet.

Auch

Auch kann man vermittelst des Kohlenstoffes nicht allein mehreren gefärbten, salzigen und andern Auflösungen die Farbe entziehen, und sie vollkommen weiß machen, sondern auch fauligten Substanzen den übeln Geruch und Geschmack benehmen. Mischt man nämlich mit den Körpern wohl ausgeglühetes Kohlenpulver, so verbindet sich damit der in ihnen enthaltene Kohlenstoff, und die Körper werden weiß. Eben so kann man auch übelriechenden Körpern, als faulem Fleische, Wasser, Zwiebeln, Knoblauch, Wanzen u. s. w. durch das Kohlenpulver den unangenehmen Geruch benehmen.

Mischt man mit kohlengesäuertem Wasser Kohlenpulver, so entzieht dieses dem Wasser die Kohlensäure so vollkommen, daß das Kalkwasser von diesem Wasser nun nicht mehr getrübet wird. Auch dem mit Schwefelleberluft geschwängerten Wasser entziehet das Kohlenpulver allen Schwefel, und das Wasser bleibt rein zurück. Diese sehr merkwürdigen und ungemein nützlichen Entdeckungen hat Herr **Lowitz** gebrauchet, um faules Wasser trinkbar zu machen. Mehrere Versuche hiervon hat der Herr Bergrath **Buchholz** in Weimar mitgetheilet *).

Weil der Kohlenstoff in der Temperatur des Glühens eine nähere Verwandtschaft zum Sauerstoffe besitzet, als andere verbrennliche einfache Substanzen dagegen haben, so entziehet er denselben den Sauerstoff oder desoxydirt sie. So zersetzet er auch das Wasser; wenn man nämlich Wasserdämpfe durch glühende Kohlen streichen läßt, so erhält man Wasserstoffgas und kohlengesäuertes Gas. Die Kohle entziehet nämlich im Glühen dem Wasser seinen Sauerstoff, wird damit zur Kohlensäure, die sich als kohlengesäuertes Gas entwickelt, der Wasserstoff verbindet sich mit dem Wärmestoffe und geht als Wasserstoffgas über.

M. s. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin, 1795. 8. Kap. 9 und 20.

Koluren (coluri, colures) sind zwey größte Kreise auf der beweglichen Himmelskugel, welche durch die beiden Pole

*) Grens Journal der Physik. B. V. S. 3. B. VI. S. 12.

Pole gehen, und mit dem Aequator rechte Winkel machen. Der eine Kreis geht durch die beiden Punkte der Sonnenwende. In diesem Kreise befindet sich die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn am längsten und kürzesten Tage, dieserwegen er auch den Nahmen **Kolur der Sonnenstände** (colurus solstitiorum, colure des solstices) erhalten hat. Die Ebene dieses Kreises ist zugleich die Neigungsebene der Ekliptik gegen den Aequator. Der andere Kreis geht durch die Aequinoctialpunkte und heißt daher auch **Kolur der Nachtgleichen** (colurus aequinoctiorum, colure des équinoxes).

Kometen, Haarsterne, Schwanzsterne (cometae, stellae crinitae, comatae, caudatae, cométes) sind Sterne, welche nur von Zeit zu Zeit oft sehr unerwartet erscheinen, und welche alle mit einem Schweife oder Dunstschein versehen sind. Sie sind längstens 6 bis 7 Monath sichtbar, und haben außer der gemeinschaftlichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine eigene, aber sehr unordentlich erscheinende; sie bewegen sich nämlich theils im Thierkreise von Westen gegen Osten, theils gehen sie durch andere Gestirne hindurch, welche nicht zum Thierkreise gehören, theils nehmen sie ihren Weg wider die Gestirne im Thierkreise von Osten gegen Westen, und laufen auf diese Weise um den ganzen Himmel herum. Von ihrer ersten Sichtbarkeit an werden sie immer größer, bis sie nach der größten erlangten Größe wieder kleiner werden, und sich endlich ganz verlieren. Man sieht sie immer im vollen Lichte, und selbst wenn sie bey der Sonne stehen, und der Rechnung gemäß zwischen der Sonne und der Erde sich befinden; jedoch ist aber alle Mahl diejenige Seite heller, welche der Sonne zugekehret ist. In Ansehung des Lichtes ist die Farbe bey mehreren Kometen auch verschieden, bald gelblicher, bald röthlicher, bald weißlicher, aber nie so feurig und lebhaft als bey den Planeten. Der Schweif ist alle Mahl der Sonne entgegen gekehret.

Wegen

Wegen der unerwarteten Erscheinung und des trüben fürchterlichen Ansehens, und besonders wegen der oftmahls langen Schweife hatte man sonst die Kometen für unglückliche Vorbedeutungen angesehen, als z. B. bevorstehender Kriege, Theurung, Pest u. d. g. Allein neuere Beobachtungen haben gelehret, daß sie sich nach ähnlichen Gesetzen, wie die Planeten um die Sonne bewegen.

Riccioli [α]), **Lubieniczi** [β]), **Hevel** [γ]) und andere haben Verzeichnisse von mehr als 400 der in den Geschichtbüchern angemerkten Kometen, welche vom 23ten Jahrhundert vor Christi Geburt bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts nach Christi Geburt erschienen sind, mit allen Erdichtungen und Unglücksgeschichten geliefert, worunter aber nur die Bahnen von 10 und doch ziemlich unvollständig haben berechnet werden können. Man findet dieß Kometenverzeichniß ins Kurze zusammengezogen im ersten Bande der berliner Sammlung astronomischer Tafeln von Seite 23 bis 34. Diese Verzeichnisse zeigen augenscheinlich, daß die Alten oft feurige Lufterscheinungen für Kometen angesehen haben. Nach dieser Zeit sind, außer wenigen, alle erschienene Kometen berechnet worden.

Die Meinungen, welche die Alten von den Kometen hatten, findet man beym **Aristoteles** [δ]), **Plinius** [ε]), **Plutarch** [ζ]), **Gellius** [η]) u. a. Sie betrachteten nämlich die Kometen bloß als Meteore unseres Luftkreises. Doch weiß man aber gewiß, daß die Philosophen der pythagorischen Schule sich bereits richtige Vorstellungen von den Kometen gemacht haben, indem sie selbige als himmlische Körper hielten, die in regelmäßigen Bahnen sich beständig fortbewegten, wie die Planeten. Keiner aber hat sich von den Kometen

α) Almagest. nov. Bonon. 1651. fol.
β) Theatrum cometicum. Amst. 1667. fol. Lugd. Batav. 1681. fol.
γ) Cometographia. Gedani 1668. fol.
δ) Meteor. I. 6.
ε) Histor. natur. II. 25.
ζ) De plac. philosoph. III. 2.
η) Noct. Attic. XIV. 1.

ten erhabenere Begriffe gemacht, als **Seneca** [α]); er sagt: cometas sidera esse cum mundo duratura, quanquam legibus nondum compertis reguntur, haec tam occulta dies extrahet, ac longioris aeui diligentia, cui admirationi erit, haec veteres nescire potuisse, postquam demonstrauerit aliquis naturae interpres, in quibus coeli partibus cometae errent, quanti qualesque sient. Nach dieser Aeußerung ist es um desto mehr zu bewundern, wie nachher selbst die berühmtesten Astronomen und Naturforscher bis zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts die ungegründetsten Erklärungen über die Natur der Kometen haben geben können.

Tycho de Brache beobachtete zuerst den scheinbaren Lauf des Kometen von 1577, und schloß aus seiner geringen Parallaxe, daß er von der Erde viel weiter als der Mond entfernet sey. Die Bahn desselben nahm er für einen Kreis um die Sonne an, hielt aber die Kometen als bald verschwindende Körper [β]). **Kepler** [γ]) beobachtete den Kometen von 1618, und glaubte seinen Beobachtungen gemäß die Bahn desselben geradlinig zwischen der Erde und Sonne hindurch anzunehmen. Uebrigens hält er die Kometen für Körper, die im Entstehen begriffen sind, und im Himmel, wie Fische im Meere, schwimmen, um den Raum auszufüllen, und legt ihnen nach seinem Hange zur Astrologie gewisse Vorbedeutungen bey. Diese seine Annahme von der geradlinigen Bahn der Kometen ist von vielen nachherigen Astronomen beybehalten, und besonders von **Wrenn**, **Auzout** und dem ältern **Cassini** mit einigen geringen Abänderungen auf wirkliche Berechnungen angewendet worden. Es verfehlten also diese die Gestalt der Kometenbahnen. Hevel kam der Wahrheit etwas näher, indem er setzte, daß die Kometen, welche er für irdische Theile aus andern Planeten ansah, aus denselben nach einem gegen die Sonne

sich

α) Quaest. natural. VII. 13.
β) De mundi aetherei recentioribus phaenomenis. L. II. 1587.
γ) Libelli tres de cometis, astronomicus, physicus, astrologicus. Aug. Vindel. 1619. 4.

sich krümmenden parabolischen Bogen im Weltraume fortgeworfen würden.

Der große Komete im Jahre 1680, welcher ein so allgemeines Schrecken verbreitete, ward zuerst am 4. Novemb. von **Gottfried Kirch** in Coburg wahrgenommen. Er bewegte sich mit Beschleunigung, die am 30. November täglich 5° betrug, gerade zur Sonne hin, näherte sich hierauf derselben etwas langsamer, und erreichte sie zu Anfange des Decembers. Am 22. December kam er wieder auf der andern Seite der Sonne zum Vorschein, durchlief 5°, und nahm nach und nach an Geschwindigkeit ab, bis er mitten im März des Jahres 1681 unsichtbar wurde. Die Ekliptik hatte er in zwey Punkten durchschnitten, welche 98° von einander abstanden. Nachdem er von der Sonne zurückkam, hatte sein Schweif eine Länge von 70°. Die Erde hatte zu selbiger Zeit eine so bequeme Stellung, daß man seine Annäherung gegen die Sonne so wohl, als auch seine Rückkehr sehr gut beobachten konnte. Diesen Kometen hatte der Prediger zu Plauen im Voigtlande, **Georg Samuel Dörfel** *), vom 29. Novemb. bis zu Ende des Januars beobachtet. Er bewies, daß der erschienene und zurückgegangene Komet ein und der nämliche sey, und daß seine Bahn, so lange der Komet sichtbar gewesen, eine Parabel sey, in deren Brennpunkte die Sonne liege. Dieß ist ohne Zweifel die erste Entdeckung der wahren Gestalt der Kometenbahnen, wenigstens ihres sichtbaren Theils. Diese von Dörfel aus Beobachtungen gezogenen Muthmaßungen wurden in kurzer Zeit darauf von **Newton** erwiesen, indem sie nothwendige Folgen aus dem allgemeinen System der Gravitation und der Centralbewegungen waren. Nach dem allgemeinen Gesetz der Gravitation folgt, daß eigentlich die Kometenbahnen ebenfalls Ellipsen seyn müssen, wie die Planetenbahnen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet, weil sonst die Kometen nie zur Sonne wieder zurückkehren könnten,

*) Astronomische Betrachtung des Kometen, welcher A. 1680 und 1681 erschien, von G. S. D. Plauen 1781. 4.

ten, nur weichen sie vielmehr als die Bahnen der Planeten von der kreisförmigen Figur ab, und weil ihre Eccentricität sehr groß ist, so scheint der sehr kleine Theil der Kometenbahn, welcher zu beyden Seiten der Sonne sehr nahe ist, in welchem Falle der Komet bey uns sichtbar wird, parabolisch. Auch lehret die höhere Geometrie, daß die Parabel als eine Ellipse betrachtet wird, deren große Axe unendlich groß ist. Die Berechnungen, welche **Newton** bey der Annahme der Parabel des sichtbaren Theils der Kometenbahn über den Kometen von 1680 angestellet hatte, trafen mit **Kirchs** und **Flamsteads** Beobachtungen so genau überein, daß gar kein Zweifel mehr zurückbleiben konnte. Besonders merkwürdig hierbey war die große Nähe, in welcher der damahlige Komet bey der Sonne vorübergegangen war. Die kleinste Entfernung desselben von der Sonne betrug $\frac{1}{166}$ der Entfernung der Erde von der Sonne. Daraus berechnete **Newton**, aber nach eigenen Grundsätzen der Wärme, daß dieser Komet die Sonnenhitze 28000 Mahl stärker als die Erde empfunden, oder daß die Erhitzung des Kometen die von einem glühenden Eisen bey uns 2000 Mahl übertroffen habe. Allein wie hätte dieser Komet die Gluth ertragen können, ohne ganz in Dämpfe aufgelöset zu werden. Man war daher genöthiget, den Kern des Kometen von überaus großer Dichtigkeit anzunehmen, welches zugleich die Vermuthung noch mehr bestärkte, daß die Kometen unvergängliche Körper seyn.

Halley *) unternahm es zuerst, nach der newtonischen Theorie, aus gesammelten Beobachtungen die parabolischen Bahnen von 24 Kometen zu berechnen, die in den Jahren 1337 bis 1698 erschienen, und brachte die berechneten Elemente der Bahnen in eine Tabelle. Hierbey fand **Halley**, daß unter den von ihm berechneten Kometen drey sich befanden, nämlich die von den Jahren 1531, 1607 und 1682, welche fast einerley Elemente hatten, und daß die Dauer der

*) Synopsis astronomiae cometicae; in philos. transact. 1705.

der Zwischenzeit ihrer Erscheinung 75 bis 76 Jahre sey, woraus er schloß, daß dieß wohl ein und derselbe Komet seyn könnne. Hieraus verkündigte **Halley** die Wiederkunft dieses Kometen auf das Jahr 1759. Diese in ihrer Art einzige Vorhersagung traf auch glücklich ein, und breitete über die Lehre der Kometen ein allgemeines Licht. Der Komet erschien freylich später, als er Anfangs erwartet wurde, indem der letztere Umlauf desselben 500 Tage länger dauerte, als der von 1607 und 1682. Allein die Astronomen haben durch Rechnung sehr deutlich gezeiget, daß diese Verspätung bloß der Anziehung des Jupiters und des Saturnus zu zuschreiben sey. Hiernach zu rechnen kann dieser Komet um das Jahr 1834 wieder erwartet werden. Die Bahn dieses Kometen (fig. 24.) a e p d a hat den Punkt p von der Sonne um 0,58 des Halbmessers der Erdbahn von der Sonne entfernet. Aus der Sonne betrachtet liegt p im 3° ♒. Die Ebene der Kometenbahn hat gegen die Ebene der Erdbahn eine Neigung von 18°, und schneidet sich mit der letztern so, daß der aufsteigende Knoten aus der Sonne gesehen im 24° ♉ liegt. Der Lauf des Kometen geht nach der Ordnung der Buchstaben a e p d a und läuft also rückwärts. So viel läßt sich aus den Beobachtungen selbst durch die parabolische Theorie finden. Allein dadurch wird nichts über die Größe der Bahn bestimmt; weil die Parabel nicht wieder in sich selbst zurückkommt, so sollte auch selbst der Komet nicht wieder zurückkehren, mithin a ins Unendliche hinaus fallen. Wegen seiner mehrmahligen Erscheinung kann aber seine Bahn keine Parabel, sondern sie muß vielmehr eine Ellipse seyn. Nach **de la Lande** ist die Umlaufszeit dieses Kometen 28070 Tage. Vergleichet man hiermit die Umlaufszeit der Erde, und nimmt deren mittleren Abstand von der Sonne $= 1$ an, so läßt sich nach der dritten keplerischen Regel (m. s. **keplerische Gesetze**) die mittlere Entfernung dieses Kometen von der Sonne finden. Man hat nämlich $365{,}25^2 : 28070^2 = 1^3 : ca^3$, mithin $ca = \sqrt[3]{\left(\frac{28070}{365{,}25}\right)^2} = 18{,}07$,

also

also ap = 36,14, hiervon fp = 0,58 abgezogen läßt, fa = 35,56 übrig, woraus sich nach der Theorie der Ellipse die halbe kleine Axe cg = 4,54 ergibt. Es ist also die Bahn dieses Kometen 4 Mahl so lang als breit; er kommt der Sonne in p, 61 Mahl näher als in a, läuft aber auch in p 61 Mahl geschwinder als in a, und entfernet sich im letztern Punkte über $3\frac{1}{2}$ Mahl weiter als der Saturn von der Sonne.

Aehnliche Muthmaßungen von der Wiedererscheinung eines andern Kometen erlaubte sich **Halley**, nämlich den von 1532 und 1661, welcher im Jahre 1790 vermöge der Beobachtungen des **Apian** und **Hevel** wieder kommen sollte. Allein es ist diese Vorhersagung nicht zugetroffen, wie schon Herr D. **Olbers** [α]) und der Herr **von Zach** [β]) vorausgesaget haben. Es waren nämlich die vom **Apian** im sechszehnten Jahrhunderte mit sehr unvollkommenen Instrumenten gemachten Beobachtungen so unsicher, daß schon im voraus zu vermuthen war, daß die Vorhersagung nicht zutreffen würde.

Endlich bestimmte auch **Halley** noch die Wiederkunft des größten von allen jemahls gesehenen Kometen, welcher zuletzt 1680 sichtbar war, und der Erde am nächsten kommt, auf das Jahr 2254. Er glaubte, daß dieser Komet 46 Jahre vor Christi Geburt gleich nach dem Tode des Julius Cäsar und um die Zeit der Sündfluth erschienen seyn müsse. Diesen Kometen hielt er für die Ursache der Sündfluth, welchen Gedanken **Whiston** noch weiter ausgeführet hat. M. s. **Erdkugel**.

Newton's Theorie des Kometenlaufes ist durch alle nachher erschienene Kometen völlig bestätiget worden. Der Komet von 1769 wurde im Anfange des August's vom Herrn **Messier** entdeckt, und ließ sich im August und September in den Stunden nach Mitternacht sehen. Er zeigte sich um den 10. September am größten und mit einem Schweife von 40°. Gegen Ende des Septembers wurde er in der Morgenröthe

α) Leipz. mathemat. Magazin 1787. St. IV. S. 430.
β) Gothaische gelehrte Zeitungen 1788. St. 92.

genröthe unsichtbar, und ging zur Sonne. Den 7. October war er derselben nach der Rechnung am nächsten. So wie sich der Komet nachher wieder an der andern Seite von der Sonne entfernte, wurde er im November des Abends in Westen nur sehr klein gesehen. Endlich verschwand er noch in diesem Monath ganz. Der Komet von 1773 wurde nur durch Fernröhre bemerket, indem er ziemlich weit von der Erde entfernet blieb. Herr **Messier** entdeckte denselben am 11. October und Herr **Bode** fand ihn zu Berlin am 12. November nahe über dem hellen Stern am Schwanz des Löwen. Von einem Schweife waren bey diesem Kometen nur schwache Spuren zu bemerken.

Die erste umständliche Anleitung, aus drey Beobachtungen des Kometen die Elemente des parabolischen Theils seiner sichtbaren Bahn zu finden, hat **Newton** [α]) gegeben. **Euler** [β]) hat diese Rechnung erleichtert, und gewiesen, wie man selbst die Ellipse bestimmen könnte, wenn man die Beobachtungen sicher genug hierzu hält. Einen noch leichtern Weg durch Zeichnung hat **Lambert** [γ]) gegeben. Die königl. preuß. Akad. d. W. gab für 1774: Verbesserung und bequemere Einrichtung der Berechnung der Kometenbahnen, als eine Preisfrage auf, der Preis ist 1778 Herrn **Tempelhof** zuerkannt worden. Ein vorzügliches Werk über die Kometenlehre, ist die Cometographie vom Herrn **Pingré** [δ]). Auch in England hat **Sir Henry Englefield** [ε]) zwey der besten Rechnungsmethoden mit Tafeln und Beyspielen zum Unterrichte seiner Landsleute bekannt gemacht.

Auch hat Herr **Bode** [ζ]) die bis 1774 bekannt gewordenen Elemente der Kometenbahnen von 63 Kometen mitgetheilet

α) Princip. lib. III. propos. 41.
β) Theoria motus planetarum et cometarum. Berol. 1744. 4.
γ) Insigniores orbitae cometar. proprietat. 1761.
δ) Cometographie à Paris 1785. II Vol. 4.
ε) On the determination of the Orbits of Comets according to the methods of Father *Boscowich* and Mr. *de la Place*, with new and complete tables and examples. London 1793. 4.
ζ) Erläuterung der Sternkunde. Th. II. §. 605.

theilet, und zugleich nach **Prosperins** [α]) Berechnung beygefüget, wie nahe ein jeder der Erde höchstens kommen könne. So findet man auch die Elemente von 69 bekannten Kometenbahnen in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln [β]). Die Anzahl der Kometen hatte sich bis zum Jahre 1785 schon auf 72 vermehret. Herr **Bode** [γ]) hat über die Lage und Vertheilung derselben Betrachtungen angestellet, deren deutscher Uebersetzung eine große Charte beygefüget ist, auf welcher diese 72 Bahnen mit allen bestimmenden Umständen in den gehörigen Verhältnissen gezeichnet sind. Nach Herrn Hofr. **Lichtenberg** zählte man bis zum August 1794 schon 80 berechnete Kometen. Den letzten hat **Miß Caroline Herschel** am 15. Dec. 1791 in der Eidexe entdecket, welcher von dem Herrn **von Zach** [δ]) ist berechnet worden. Noch findet man in der Connoissance de temps für 1795 unter den Additions Nr. 6. Beobachtungen eines Kometen von 1793, welches also der 81ste berechnete ist. Es ist aber wohl höchst wahrscheinlich, daß es noch weit mehrere Kometen gebe, die wir weder durch bloße Augen noch durch Fernröhre entdecken können, indem wir nur die bemerken, welche unserer Erde nahe kommen. **Lambert** [ε]) bringt nach einem sehr mäßigen Ueberschlage die Anzahl der zu unserem System gehörigen Kometen bis an 4000.

Die Kometen bewegen sich in ihren Bahnen nach allen nur möglichen Richtungen, und durchkreuzen die Planetenbahnen nach allen Seiten, und beweisen daher augenscheinlich, wie unstatthaft die von den Alten angenommenen durchsichtigen Sphären und die Wirbel des **Cartesius** sind; sie geben vielmehr dem copernikanischen Systeme und der newtoni-

α) De inueniendis punctis proximis parabolae et circuli circa eund. foc. descript. Vpsal. 1733.

β) Bestimmungsstücke der Bahn aller bisher berechneten Kometen in den Sammlung. astronom. Tafeln. Berlin 1776. gr. 8. B. I. S. 36—41.

γ) Mém. de Berlin 1786. 1787. Allgemeine Untersuchungen über die Lage und Austheilung aller bisher berechneten Planeten- und Kometenbahnen. Berlin 1791. gr. 8.

δ) Bode astronomisches Jahrbuch für 1796. S. 147.

ε) Kosmologische Briefe. Augsb. 1761. 8.

tonischen Theorie eine größere Festigkeit, und zeigen, daß die anziehende Kraft der Sonne nach allen möglichen Richtungen hin wirksam ist.

Ueber die Natur und Beschaffenheit der Kometen haben die Naturforscher aller Zeiten verschiedene Meinungen gehabt. Ueberhaupt läßt sich hiervon gar nichts Bestimmtes sagen. Das, was die Beobachtungen lehren, ist Folgendes: mehrentheils bestehen die Kometen aus dem **Kopf** und **Schweif**; durch Fernröhre betrachtet hat jener einen dichten Kern, und um denselben eine merkliche Atmosphäre. Der Schweif ist jeder Zeit von der Sonne abwärts gekehret, und folgt daher dem Kopfe nach, wenn der Komet zur Sonne gehet, und gehet voran, wenn er wieder zurückkommt. Wenn der Komet sich der Sonne nähert, so sieht man den Kern an dieser Seite seine Rundung verlieren, und sich gleichsam in Dunst auflösen, welcher die Atmosphäre vergrößert, um den Kern auf beiden Seiten herumgehet, und den Schweif verlängert. Oft scheint der Kern so aufgelöset, daß man gar keinen Kopf unterscheidet. In dem von 1788 konnte Herr **Herschel** [α]) durch die stärksten Vergrößerungen keinen entdecken, ob er ihn gleich hätte wahrnehmen müssen, wenn er auch nur 1″ im Durchmesser gehabt hätte. Sehr verändert erscheinet der Komet, wenn er von der Sonne wieder zurückkömmt; der Kern ist fast ganz verschwunden, und alles ist dichte Atmosphäre und Schweif; letzterer sehr verlängert, wenn dieß die Stellung der Erde zu sehen verstattet. Die Abbildungen, welche **Heinsius** [β]) nach seinen Beobachtungen durch ein gutes Spiegelteleskop geliefert hat, zeigen augenscheinlich die Entstehung der Atmosphäre und des Schweifes aus der Auflösung der Materie des Kerns. Der Schweif ist alle Zeit so dünn und leuchtend, daß man dadurch die Fixsterne sehen kann.

Dem zufolge läßt sich vermuthen, daß die Kometen aus Materie bestehen, welche durch die Einwirkung der Sonne in

α) Philosoph. transact. Vol. LXXIX. P. II.
β) Beschreibung des 1744. erschienenen Kometen. St. Petersburg 1744. 4.

in Dünste aufgelöset wird, welche in dem viele Millionen Meilen langen Schweife fortgetrieben werden. In großen Entfernungen von der Sonne können vielleicht diese Theile wieder auf die Kometen zurückfallen, und selbige ohne Schweif und Nebel erscheinen. Herr Hofr. **Lichtenberg** [α]) hat schon längst vermuthet, daß die Kometen entweder nur Nebel sind, welche uns um die Mitte dichter erscheinen müssen, oder doch zuletzt zu solchen Nebeln werden. Auch läßt sich ihre völlige Erleuchtung, wenn auch ihre Materie an sich dunkel ist, wegen der Feinheit sehr leicht begreifen, ohne sie nach Herrn **Bodes** Vermuthung für phosphorisch oder elektrisch zu halten.

Newton, **Halley**, **Whiston** u. a. nehmen die Einwirkung der Sonne auf die Kometen für Erhitzung, und die Schweife für Wasserdämpfe an; **Isaak Vossius** [β]) hingegen hielt die Kometen für brennend, und den Schweif für die Flamme. **Mairan** [γ]) vermuthet, daß die Schweife aus dem Zodiakallichte, welches er für die Sonnenatmosphäre annimmt, bestehen, welches die Kometen an sich nehmen, indem sie sich der Sonne nähern, und welches der Stoß der Sonnenstrahlen von denselben abwärts treibt. Herrn **Bode** scheint folgende Hypothese über die Natur der Kometen und der Entstehung der Schweife am wahrscheinlichsten: die Sonne ist kein wirkliches Feuer, sondern ein in der Lichtmaterie vom Schöpfer eingehüllter planetischer Körper, der alle Planeten und Kometen bis zu den entlegensten Grenzen seines Gebietes nach dem Verhältnisse vom Quadrate ihrer Abstände Licht ertheilet; hingegen bloß vermittelst der ihren verschiedenen Entfernungen von denselben angemessenen specifischen Bestandtheilen und Atmosphären auf ihren Oberflächen bedürfnißmäßige Wärme hervorbringt. Die Wirkungen der Sonne müssen auf einen jeden Planeten fast gleichförmig seyn, welche hingegen auf den Kometen sehr große

α) Lichtenbergs Anmerk. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre. 6te Aufl. 1794. §. 644 — 646.
β) De natura lucis. Amst. 1662. 4.
γ) Traité de l'aurore boréale. à Paris 1732. 1754. 4.

Abänderungen leiden, weil diese in sehr gedehnten Bahnen aus einer ungemessenen Ferne zuweilen tief zur Sonne herabkommen. Bey dieser schnellen Annäherung reißen sich überall von denselben gewisse Theile los, die in den entlegenen Gegenden ihrer Bahnen einen unentbehrlichen Nutzen verschafften, auch vielleicht zur Hervorbringung der benöthigten Wärme erfordert wurden, und nun bey einem ungemein stärkern Einfluß der Sonne überflüssig sind, woraus der sich um den Kometen zeigende Nebel entsteht. Diese Theile werden daher überhaupt ihrer Natur nach der nahen Sonne fliehen, sich größtentheils derselben gegenüber ansammeln, und hinter den Kometen bis zu sehr ansehnlichen Weiten der Länge nach hinziehen, und den Schweif formiren, welcher daher den Kometen folget, wenn er zur Sonne eilet, hingegen vor demselben hergehet, wenn er von der Sonne zurückkommt.

Zuletzt ist noch die Frage zu berühren, ob nicht die Kometen bey einer großen Annäherung gegen die Erde verwüstende Wirkungen auf derselben anrichten könnten? Nach der newtonischen Theorie von der anziehenden Kraft der Himmelskörper unter einander läßt sich dieses allerdings erwarten. Die Besorgnisse aber, welche **Heyn** [α]) und **de la Lande** [β]) dem menschlichen Geschlechte verursachten, hat vorzüglich **Euler** [γ]) durch genauere Berechnungen entkräftet. Und wenn nach den Aeußerungen eines **la Place** [δ]) ein Zusammenstoßen zweyer in Ansehung der Unermeßlichkeit des Raumes, worin sie sich bewegen, so kleine Körper veranlasset werden sollte, so wäre ein so außerordentlicher Zufall erforderlich, daß man in dieser Hinsicht keine Furcht für vernünftig halten könne. Indeß kann die geringe Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammenstoßens, wenn sie viele Jahrhunderte hinter einander sich anhäufet, sehr groß werden.

α) Versuch einer Betrachtung über Kometen, Sündfluth ꝛc. 1742. 8.
β) Reflexions sur les comêtes à Paris 1773. 4.
γ) De periculo a nimia appropinquatione cometae metuendo; in nov. comment. Petrop. Tom. XIX. no. 1.
δ) Darstellung des Weltsystems, a. d. Franz. von Hauff. Th. II. Frankf. am Mayn 1797. 8. S. 63. u. f.

den. Es ist leicht, die Wirkungen eines solchen Stoßes auf der Erde sich vorzustellen. Veränderung der Axe und Umdrehungsbewegung der Erde, Austreten der Meere aus ihren vorigen Ufern, um sich gegen den neuen Aequator hinzustürzen, Ersäufung eines grossen Theils der Menschen und Thiere in dieser allgemeinen Ueberschwemmung oder Zerstörung derselben durch die der Erdkugel beygebrachte gewaltsame Erschütterung, Vernichtung ganzer Gattungen, Zertrümmerungen aller Denkmähler des menschlichen Kunstfleißes, dieß ist die Reihe der Unglücksfälle, die der Stoß eines Kometen verursachen müsse. Man sieht alsdann, warum das Weltmeer die hohen Berge wieder bedeckt, auf welchen es unwiderlegbare Merkmahle seiner Anwesenheit zurückgelassen hat; man sieht, warum die Thiere und Pflanzen der mittägigen Gegenden in den nördlichen Klimaten vorhanden seyn konnten, wo man noch ihren Nachlaß und ihre Abdrücke antrifft; endlich erkläret man noch daraus die Neuheit der moralischen Welt, deren Denkmähler nicht leicht über dreytausend Jahre hinaufsteigen. Das Menschengeschlecht auf eine sehr kleine Anzahl von Individuen heruntergebracht, und in den kläglichsten Zustand versetzt, war schon lange Zeit einzig mit der Sorge für seine Erhaltung beschäftiget, und mußte das Andenken an Wissenschaften und Künste gänzlich verlieren; und wenn die Fortschritte der Verfeinerung das Bedürfniß derselben aufs neue fühlbar machten, so mußte es in allen wieder von vorne anfangen, als ob die Menschen ganz neuerlich auf die Erde wären versetzet worden.

Wie es sich nun auch mit dieser von einigen Philosophen angegebenen Ursache von diesen Erscheinungen verhalten mag, so kann man doch während der kurzen Lebenszeit wegen einer so furchtbaren Begebenheit vollkommen sich beruhigen. Im Falle der größten Möglichkeit solcher Ereignisse müßte nämlich der eine oder andere Knoten der Kometenbahn genau in der Erdbahn liegen, und der Komet gerade in dem Augenblicke, da die Erde in diesem Punkte ankommt, durch denselben gehen. Beyde Bedingungen mögen aber wohl in den

nächsten hundert tausend Jahren nicht zusammentreffen. Fürs erste ist noch kein Komet bekannt, dessen Knoten in der Erdbahn läge, und obgleich unter den bekannten Kometen der von 1680 der Erde am gefährlichsten ist, weil er derselben unter allen am nächsten kommt; so bleibt er doch in seiner größten Nähe noch $\frac{5}{1000}$ von dem Abstand der Sonne von der Erde = 100000 Meilen, oder noch ein Mahl so weit als der Mond, von uns, wobey er allenfalls, wenn er viel größer als unser Mond ist, durch die Wirkung der Gravitation eine stärkere Ebbe und Fluth zu Wege bringen, auch die Erde etwas aus ihrer Bahn ziehen könnte, welche Wirkung aber nicht lange dauern würde, weil Erde und Komet bey ihrer schnellen Bewegung in wenigen Stunden schon viele tausend Meilen von einander entfernet sind. Dann braucht auch dieser große Komet 575 Jahr zu seinem Umlaufe, und die Erde kann bey seiner späten Wiederkunft jedes Mahl in andern Punkten ihrer Bahn seyn, wo die Gefahr nicht Statt findet; setzte man diese Punkte um einen Tag von einander, so ist erst nach 365 Umläufen des Kometen, oder nach mehr als 200000 Jahren wieder die Wahrscheinlichkeit da, daß die Erde mit diesem Kometen am nächsten zusammenkommen werde. Die andern uns bekannten Kometen sind nicht so groß oder kommen unserer Erde nie so nahe, als der von 1680. Es sind daher die angezeigten Gefahren nur leere Eindrücke der Furcht, für die der Mensch so empfänglich ist.

M. s. *Montucla* histoire des mathematiques. T. II. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik, §. 503 f. **De la Lande** astronomisches Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. S. 577 f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. II. §. 693 f. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturwissenschaft durch **Lichtenberg**. Götting. 1794. §. 644 — 646.

Kosmisch (cosmicus, cosmique) heißt das, was sich auf die Welt bezieht. So sagt man ein Stern **gehe der Welt auf** (cosmice oritur), wenn er mit der Sonne zugleich aufgehet, und **gehe der Welt unter**, wenn er mit

mit dem Aufgange der Sonne untergehet. M. s. **Aufgang der Gestirne nach dem Sinne der alten Dichter.**

Kosmogonie (cosmogonia, cosmogonie) ist die Lehre von der Entstehung und Bildung der Körperwelt. Es ist schon unter dem Artikel, **Erdkugel**, gezeiget worden, welchen Schwierigkeiten man sich aussetzet, nur einige wahrscheinliche Gründe über die Entstehung und Bildung des unendlich kleinen Theils, ich meine, unserer Erde, in dem Weltall anzugeben. Es würde daher nur Vermessenheit seyn, in die Bildung des unermeßlichen Ganzen nur einen Blick thun zu wollen.

Kosmographie (cosmographia, cosmographie) ist die Beschreibung der Welt und ihrer Haupttheile. Sie enthält die Astronomie und Geographie als zwey besondere Abschnitte, wiewohl auch einige unter der Kosmographie nur die Geographie verstehen.

Kosmologie (cosmologia, cosmologie) ist die Lehre von den allgemeinen Gesetzen der materiellen Welt und ihren Haupttheilen. Sie enthält außer der Astronomie und Geographie noch die allgemeine Naturlehre. Es muß also in ihr alles das vorgetragen werden, was überhaupt in der Körperwelt den allgemeinen unveränderlichen Gesetzen unterworfen ist; mithin gehört auch selbst hierher der erste oder metaphysische Theil der Naturwissenschaft, in welchem über das Wesen der Materie überhaupt philosophische Untersuchungen angestellet werden müssen; denn auf diesen muß sich zuletzt die ganze lebende materielle Natur gründen.

Maupertuis [a]) stellet in seiner Kosmologie Untersuchungen über die aus der Betrachtung der Natur hergenommenen Beweise für das Daseyn Gottes an, leitet aus dessen Eigenschaften sein allgemeines Naturgesetz der kleinsten Wirkung, und aus diesem die allgemeinen Gesetze der Bewegung her. Zuletzt gibt er noch eine Beschreibung von dem Weltgebäude

a) Essai de cosmologie; in d. *oeuvres de Maupertuis* à Lyon 1768. IV Tom. 8 maj. Tom. I.

gebäude überhaupt. **Wiedeburg** [α]) trägt unter dem Nahmen Kosmologie einen Auszug aus der allgemeinen Naturlehre, die gemeinnützige Sternkunde und die Erdbeschreibung vor. **Wünsch** [β]) ertheilet in seinen kosmologischen Briefen Unterricht von den Himmelskörpern, der Erdkugel, den vorzüglichsten Lehren der Physik und von den Menschen.

Kraft (vis, force) ist die Ursache der Veränderungen, die wir an den Körpern wahrnehmen. Die ganze lebende Natur überzeuget uns, daß alle Veränderungen der Körper durch Bewegungen erfolgen; daher auch die Bewegung als die wichtigste Erscheinung betrachtet wird. Die mechanische Physik ist nicht vermögend, einen Grund von der ersten Entstehung der Bewegung anzugeben, und ist mithin schlechterdings genöthiget, die Ursache derselben in dem höchsten Wesen zu suchen. Denn nach dieser ist alle Materie todt und muß erst von außen her beweget werden. Daher denn auch die meisten Atomistiker offenherzig gestehen, daß der Ausdruck Kraft nur ein Nahme sey, um damit die Ursache zu bezeichnen, obgleich ihre Natur ein unerforschliches Geheimniß bleibe. Hätten wir nämlich irgend einen ruhenden Körper in Bewegung, und einen bewegten in Ruhe versetzt, so empfänden wir in uns etwas, was die Ursache dieser Wirkung sey, und welches wir mit dem Nahmen Kraft belegten. Nähmen wir nun bey andern Körpern ohne unser Zuthun Veränderungen gewahr, so wären wir auch geneigt zu glauben, daß außer uns eine Ursache davon, eine Kraft liege, ob man gleich nicht angeben könne, wo diese Ursache herrühre. So sind Zurückstoßung und Anziehung Phänomene, welche zwar Ursachen, Kräfte voraussetzen, die aber das atomistische System anzugeben nicht vermag.

Nach der dynamischen Lehre liegt der Grund aller Bewegungen in der materiellen Natur selbst, indem sie entweder

α) Einleitung in die physisch = mathematische Kosmologie. Gotha, 1776. 8.

β) Kosmologische Unterhaltungen. Leipz. 1778 — 1780. III Bände 8.

der durch zurückstoßende oder anziehende Kraft, welche Kräfte erst Materie möglich machen, bewirket wird. Wirkt eine Kraft von außen her auf einen Körper, wie z. B. die Schwere, der Stoß u. s. f. so ist man hiernach im Stande einen Grund von der Mittheilung der Bewegung anzugeben, den man nach der atomistischen Lehre nicht finden kann. Um übrigens hier keine Wiederhohlungen zu machen, verweise ich auf den Artikel, **Grundkräfte.**

Die wirkende Ursache muß alle Mahl der Wirkung proportional seyn; daher finden wir die Größe der angewandten Kraft aus der Größe ihrer Wirkung. So ist eine Kraft doppelt so groß, als eine andere, wenn sie unter sonst gleichen Umständen eine doppelt so große Wirkung hervorbringt, als die andere. Die Größe der Bewegung bewegter Körper hängt nicht allein von ihrer Geschwindigkeit, sondern auch von der Masse ab, und wird durch das Produkt der Masse M in die Geschwindigkeit C oder durch M C ausgedruckt. Dieß veranlaßte **Cartesius**, dieses Produkt als das Maß der Kräfte anzunehmen. Von dem Streite, welcher über das Kräftenmaß entstanden ist, soll nachher das Nöthigste angeführet werden.

Absolute Kraft (vis absoluta, force absolue) heißt diejenige, welche in einem Körper stetig und gleich stark wirkt, er mag in Ruhe oder in Bewegung sich befinden. Die Schwere ist eine solche Kraft, indem diese beständig auf den Körper wirkt, er sey in Ruhe oder Bewegung. Wird ein solcher Körper durch irgend ein Hinderniß aufgehalten, so ist die Wirkung der auf ihn beständig fortwirkenden Kraft, ein ununterbrochener Druck; wenn er hingegen frey ist, eine beschleunigte Bewegung. M. s. **Beschleunigung.** Man hat sich aber hier wohl zu hüten, weder der Kraft noch dem Körper, auf welchen sie stetig wirket, zu viel beyzulegen; denn alsdann würden daraus Gesetze folgen, die zu vielen Fehlschlüssen leiteten. In diese Fehler fielen die Herrn **Gren** und **Gehler.** Es ist wohl zu bemerken, daß Verminderung der Kraft nur alsdann Statt findet, wenn Kräfte ein-

einander entgegengesetzet sind, und daß alsdann Bewegung nur nach der größern wirkenden Kraft erfolgen könne. Herr **Gren** behauptet, eine bloß träge Materie, d. h. eine solche, die keine innere Bestimmungen und Bestimmungsgründe hat, sich selbst zu bestimmen, vermindere die Kraft, die auf sie wirket, nicht, und schätzt daher die Größe der Kraft, die einen trägen Körper von außen her zur Bewegung antreibet, bloß aus der Beschleunigung, ohne Rücksicht auf die Quantität der Materie zu nehmen. Es soll also ein und dieselbe Kraft eben dieselbe Geschwindigkeit erzeugen, sie mag eine unendlich große oder eine unendlich kleine Masse bewegen. Dagegen erinnert Herr **Gehler**, es werde hier offenbar der Kraft zu viel beygeleget. Man habe bisher angenommen, tausend Atome bewegen sey tausend Mahl mehr, als einen Atom gleich schnell bewegen, und hierauf sey unsere ganze Mechanik gegründet.

Weiter behauptet Herr **Gren**, eine Verwendung der Kraft sey nur bey widerstehenden Massen, d. h. bey solchen, die von inhärirenden Kräften sollicitiret werden, erforderlich; denn nur alsdann sey Widerstand da, und Trägheit allein widerstehe gar nicht. Dagegen sagt Herr **Gehler**: es sey hier ebenfalls den inhärirenden Kräften, so wie vorhin den außen wirkenden, zu viel beygeleget. Nach Herrn **Gren** solle die Materie, der bewegende Kräfte inhäriren, in jeder Richtung, die nicht mit der Richtung der inhärirenden Kraft zusammenfalle, widerstehen, und die zu ihrer Bewegung angewandte Kraft vermindern. Hier werde Widerstand mit der Zusammensetzung der Kräfte verwechselt, welche mannigmahl freylich einander vermindern, wenn sie sich ganz oder zum Theil entgegengesetzet sind, mannigmahl aber auch sich vermehren, oder zu einer Summe sich verbinden, wenn sie conspirirende Theile haben. Herr **Gren** unterscheide auch hierbey wieder nicht, ob die inhärirende Kraft frey wirke, oder ob sie schon mit etwas Anderen beschäftiget und im Gleichgewicht sey. Ihm bleibe die Kugel eine widerstehende Masse, wenn gleich ihr Gewicht von der Tafel, auf welcher sie ruhe,

getra-

getragen werde. Er lasse also die Schwere zwey Mahl wirken, ein Mahl um Druck auf die Tafel, das andere Mahl um Widerstand gegen das, was sie bewegen soll, hervorzubringen. Herr **Gehler** nimmt nämlich an, die schwere Kugel auf einer wagrechten Tafel drucke in jedem Zeittheile mit ihrem Gewichte, das den Widerstand der Tafel gerade aufhebe. Weiter könne die Schwerkraft der Kugel nichts wirken, und für alles andere, wenn nur dadurch das Gleichgewicht mit der Tafel nicht gestöret werde, verhalte sich die Kugel, als wäre sie nicht schwer.

Meiner Meinung nach haben beide geirrt, und Herr **Gren** scheint seinen Irrthum in der neuesten Ausgabe des Grundrisses der Naturlehre nicht eingesehen zu haben. Er sagt, es sey hier nur von einer im Abstracto genommenen Materie die Rede, die bloß als beweglich und ohne die in der Wirklichkeit damit verbundene stetige Kraft der Schwere als auf sie wirkend gedacht werde. Der Irrthum des Herrn **Gren** liegt meiner Meinung nach im Folgenden: 1) hat er keinen gehörigen Unterschied gemacht zwischen Materie phoronomisch betrachtet, und Materie mechanisch betrachtet; im ersten Falle kann die Materie auch als ein Punkt angesehen werden, und man hat es bloß mit der Beweglichkeit, und was daraus folget, zu thun, ohne darauf zu sehen, welche Eigenschaften der Materie zukommen; im andern Falle hingegen sieht man zugleich auf die der Materie zukommenden Eigenschaften, welche durch irgend eine Kraft aus ihrem Orte vertrieben und selbst in Bewegung gesetzet werden soll. Erst in dem letztern Falle kann das Gesetz der Trägheit Statt finden, im erstern aber nicht. Wer sieht aber nicht, daß hier auf die Masse oder auf die Quantität der Materie, die durch äußere Kraft beweget werden soll, Rücksicht genommen werden müsse; dessen ungeachtet aber behaupte ich nicht, wie Herr **Gehler** und die Atomistiker überhaupt thun, daß die Trägheit der Materie ein Hinderniß ihrer Bewegung, und daß folglich die Trägheit der Masse proportional sey. 2) Hat Herr **Gren**, so wie überhaupt die meisten Natur-

Naturforscher eine unrichtige Vorstellung von der Schwere; er nimmt nämlich an, die Schwere liege in dem bewegten Körper selbst, und es könne daher Materie geben, die bloß trägt nicht schwer wäre, da doch die Schwere als eine äußere Kraft auf Körper wirkt. So ist ein Körper gegen unsere Erde schwer, weil die anziehende Kraft der Erde selbigen gegen den Mittelpunkt zu treiben strebet. Man kann daher eigentlich die Materie nicht in bloß träge und widerstehende eintheilen (m. s. **Gegenwirkung**); denn alle Materie übt gegen einander Anziehung aus, und die eine Materie bewegt sich mit beschleunigter Geschwindigkeit gegen die von größerer Anziehung hin, und ist folglich gegen diese Materie schwer.

Der Irrthum, welchen Herr **Gehler** begangen hat, liegt nach meinem Urtheile darin, daß er der Trägheit der Körper zu viel beyleget, wie die Atomistiker überhaupt thun, und die Schwere ebenfalls als eine dem bewegten Körper eigene Kraft ansiehet, die sogleich verwendet wird, wenn der Körper auf einer wagrechten Tafel lieget, da alsdann der Körper nicht mehr als schwer, sondern bloß als träge zu betrachten wäre.

Nach meinem Erachten hat es mit dieser Sache folgende Bewandtniß: jeder wirklich vorhandene Körper ist träg, d. h. er hat schlechthin keine innern Bestimmungen, sich von selbst zu verändern. Soll er also, wenn er in Ruhe ist, beweget werden, so muß eine Kraft von außen auf ihn wirken; ist er aber ein Mahl bewegt, so kann die Trägheit eines im Wege liegenden Körpers gar kein Grund seyn, dem ankommenden Körper Widerstand zu thun, sondern es wird nothwendig eine Kraft erfordert, die der bewegenden Kraft des bewegten Körpers entgegengesetzt ist. Gesetzt nun, ein Körper sey sich selbst frey überlassen, so wird er von der anziehenden Kraft der Erde stetig angezogen, und muß sich folglich gegen dieselbe mit beschleunigter Geschwindigkeit hinbewegen. Da aber die anziehende Kraft alle Materie des Körpers afficirt, so sieht man leicht, daß bey der Schätzung der Größe der Bewegung nicht allein auf die Geschwindigkeit

keit, sondern auch auf die Masse Rücksicht genommen werden müsse. Wird der Körper von einer wagrechten Tafel gehalten, so kann sich zwar derselbe wegen dieses Hindernisses nicht weiter gegen den Mittelpunkt der Erde bewegen; allein dessen ungeachtet hört die anziehende Kraft der Erde nicht auf, auf ihn zu wirken, mithin ist die Schwere durch den Druck auf der Tafel keinesweges verwendet, wie Herr **Gehler** glaubt, und er muß immer noch schwer gegen die Erde betrachtet werden, so wie der Mond gegen die Erde schwer bleibet, ob er gleich durch ein Hinderniß, nämlich durch die anziehende Kraft der Sonne abgehalten wird, sich wirklich gegen die Erde zu bewegen. Wenn daher der Körper auf der Tafel durch eine Kraft nach einer andern Richtung als die der Schwere zur Bewegung angetrieben wird, so widersteht er nicht wegen der Trägheit, sondern wegen der entgegengesetzten wirkenden Kraft.

Kraft, anziehende s. **Attraction, Grundkräfte.**

Kraft, ausdehnende, zurückstoßende, expansive (vis expansiua, force expansive) ist nach dem dynamischen Systeme eine der Materie wesentlich zukommende Kraft, welche auch Elasticität genannt wird. M. s. **Elasticität, Grundkräfte.**

Kraft, beschleunigende (vis acceleratrix, force accélératrice) ist diejenige Kraft, welche auf jeden einzelnen Theil einer Masse wirkt. Vor dieser unterscheidet man die **bewegende Kraft**, d. i. diejenige, welche die Beschleunigung eines Körpers hervorbringt, und auf alle Theile der Masse zusammen gleichförmig wirket. Es ist also die bewegende Kraft gleich dem Produkte der beschleunigenden Kraft in die Masse. Setzt man also die beschleunigende Kraft $= f$, die Masse $= M$, und die bewegende Kraft $= p$, so hat man $p = f . M$, mithin $f = \frac{p}{M}$.

Wenn man bloß auf die Bewegung des Körpers, ohne Rücksicht auf seine Masse zu nehmen, siehet, die durch die beschleu-

beschleunigende Kraft bewirket wird, so muß auch die in einer bestimmten Zeit erzeugte Geschwindigkeit c so wohl, als auch der in dieser Zeit durchlaufene Weg f desto größer seyn, je größer die beschleunigende Kraft f ist. So wird z. B. ein Körper auf der Oberfläche der Sonne sich frey überlassen ungefähr 29 Mahl mehr beschleuniget, als auf der Oberfläche der Erde, und folglich in einer Sekunde einen Weg von $29 \times 15,5 = 449,5$ Fußen zurücklegen; die Geschwindigkeit also, die er nach dieser Zeit würde erhalten haben, beträgt $= 29 \times 31 = 899$ Fuß. Je größer demnach die beschleunigende Kraft ist, desto stärker wird ein jeder Theil einer Masse durch selbige beschleuniget. Es fallen aber alle Theile der Masse, ohne Rücksicht ihrer Anzahl, zugleich, mithin richtet sich die Beschleunigung nicht nach der Masse, sondern bloß nach der Größe der Kraft, die in die Theile derselben wirken, und eben dieser Umstand hat den Nahmen der beschleunigenden Kraft veranlasset.

Diesen Satz, welcher in den mechanischen Wissenschaften von so großer Wichtigkeit ist, nahm **Newton** [α]) als eine Folge des Grundsatzes an, daß alle Wirkungen den wirkenden Kräften proportional seyn. Man kann diesen Satz in der größten Allgemeinheit so wohl für unveränderliche als veränderliche Kräfte auf folgende Art ausdrucken. Die Zunahme der Geschwindigkeit oder die Beschleunigung dc, welche die beschleunigende Kraft f in dem unendlich kleinen Zeittheile dt zu Wege bringt, verhält sich wie die Kraft f. Nun bringt die Schwere $= 1$ in eben dem Zeittheile die Beschleunigung $2gdt$ hervor. M. s. **Bewegung** (Th. I. S. 348.) mithin hat man $dc : 2gdt = f : 1$; daraus folgt

$$dc = 2gfdt.$$

Gegen den Satz, welchen **Newton** als Grundsatz angenommen hatte, erinnerte **Daniel Bernoulli** [β]), man wisse die eigentliche Beschaffenheit und Natur der Kräfte viel zu wenig, daß sich von der Größe der wirkenden Ursache kein

α) Princip. lib. I. def. 7. et axiom. 2.

β) Examen principiorum mechanicae; in comment. Petrop. Tom. I. p. 127.

kein nothwendiger Schluß auf die Größe der Wirkung machen lasse, und daß sich die Beschleunigung dc vielleicht eben sowohl wie das Quadrat oder eine andere Funktion von f verhalten könne. Dieß gab **Eulern** α) die Veranlassung, von diesem Satze einen Beweis zu versuchen. **D'Alembert** β) will hingegen lieber den zu erweisenden Satz als Erklärung der beschleunigenden Kraft annehmen. Allein da es hier vorzüglich darauf ankommt, zu beweisen, daß dc dem f proportional sey, so ist man in die Nothwendigkeit versetzet, entweder von f keine andere Erklärung angeben zu können, oder den Satz zu erweisen, wenn man das so erklärte $f = \frac{P}{M}$ setzen will. Daher haben die Herrn **Kästner** γ) und **Karsten** δ) für nöthig gehalten, von diesem Satze befriedigende Beweise zu geben. Statt des Ausdrucks beschleunigender Kraft will Herr **Karsten** lieber den Nahmen **Beschleunigung der Kraft**.

Setzt man die der Geschwindigkeit c zugehörige Höhe $= v = \frac{c^2}{4g}$, so erhält man $dv = \frac{2cdc}{4g}$, und wenn statt dc der gleiche Werth $2gfdt$ substituiret wird, $dv = cfdt$. Da ferner $cdt = ds$ (m. s. **Bewegung** Th. I. S. 344.), so hat man

$$dv = fds.$$

Diese beiden Gleichungen $dc = 2gfdt$ und $dv = fds$ sind die Fundamentalgleichungen, aus welchen sich in der höhern Mechanik die Wirkungen anderer Kräfte, als der Schwere und besonders veränderlichen Kräfte herleiten lassen.

Kraft, bewegende (vis motrix, force motrice) heißt diejenige, welche auf alle Theile einer Masse wirkt, die sich

L 2

α) Mechanica lib. I. §. 146 - 152.; ingl. theoria motus corp. solid. cap. III.

β) Traité du dynamique art. 19.

γ) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abschn. I. Cap. III. §. 51 f.

δ) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. III. Mechanik, Abschn. III. §. 47 f.; ingl. Anfangsgründe der mathemat. Wissenschaften. Th. II. Mechanik, Abschn. III. §. 43 f.

sich also durch das Produkt der beschleunigenden Kraft in die Masse oder durch f. M ausdrucken läßt. Es ist also diese alle Mahl dem Drucke gleich, wenn weiter keine Bewegung erfolgen kann. Bey schweren Körpern ist daher das Gewicht die bewegende und die Schwere die beschleunigende Kraft. Setzt man alsdann die Schwere $= 1$, so ist das Gewicht $p = M$, oder es läßt sich die Masse dem Gewichte gleich setzen.

In einer andern Bedeutung wird das Wort **bewegende Kraft** für dasjenige Bestreben genommen, womit ein ruhender Körper das Hinderniß, auf welches er druckt, oder ein bewegter Körper den andern, den er begegnet, in Bewegung zu versetzen suchet. Dieses Bestreben hat man der Größe der Bewegung proportional angenommen, und daher eben so wie diese durch MC, d. i. durch das Produkt der Masse in die Geschwindigkeit ausgedruckt, womit der Körper entweder sich wirklich fortbeweget, oder doch fortbewegen würde, wenn kein Hinderniß ihn davon abhält. Dieses Produkt hat man daher das **Maß der bewegenden Kräfte** genannt.

Dieß von **Descartes** und **P. Mersenne** angenommene Kräftemaß wurde von dem Herrn **von Leibnitz** a) für unrichtig gehalten, und dafür ein anderes Maß angegeben. Der Herr **von Leibnitz** behauptete nämlich, die Kräfte der Massen M, m, welche mit den Geschwindigkeiten C, c fortgehen, verhalten sich wie $MC^2 : mc^2$, und es sey daher vielmehr das Kräftemaß das Produkt der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit. Er sucht diese seine Regel durch folgende Schlüsse zu bestätigen: wenn ein Paar Körper von ungleichen Massen, der eine von 4 Pfund der andere von 1 Pfund Masse ungleich hoch, der erste von 1 Fuß Höhe der andere von 4 Fuß Höhe herabfallen, so erlangen sie durch den Fall eine Kraft, vermöge welcher ein jeder in umgekehrter Richtung auf dieselbe Höhe wieder steigen könnte. Diese erlangten Kräfte sind gleich, weil eben die Kraft nö-

thig

a) Breuis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum etc.; in act. erudit. Lips. a. 1686. mens. Mart. p. 161 sqq.

thig ist, die vierfache Last auf die einfache Höhe zu heben, welche erfordert wird, die einfache Last auf die vierfache Höhe zu bringen. Weil nun die durch den Fall erlangten Geschwindigkeiten sich wie die Quadratwurzeln aus den Höhen verhalten, so erlangt die kleinere Masse doppelt so viele Geschwindigkeit als die größere. Diesemnach schließt Herr **von Leibnitz**, verhielte sich nach **Cartesius** Regel die Kraft der größern Masse zur Kraft der kleinern, wie 4 Pfund × 1 : 1 Pfund × 2 = 2 : 1, welches falsch ist, weil die Kräfte gleich seyn müssen. Wird dagegen eine jede Masse mit dem Quadrate ihrer Geschwindigkeit multipliciret, so verhält sich die Kraft der größern Masse zur Kraft der kleinern wie 4 Pfund × 1 zu 1 Pfund × 4 = 1 : 1, und das heißt, die Kräfte sind gleich, also muß die letzte Voraussetzung richtig seyn.

Der Herr **von Leibnitz** scheint diese seine Regel aus einem Satze des **Cartes** gefolgert zu haben, dessen dieser sich bediente, die Natur des Hebels zu erklären. **Cartes** nahm an, daß die an einem Hebel angehangenen Gewichte die unendlich kleinen Räume durchliefen, welche in ihrer Entfernung vom Ruhepunkte können beschrieben werden. Nun sind zwey Körper alsdann im Gleichgewicht, wenn diese Räume gegen einander umgekehrt wie die Gewichte der Körper sind; und also schloß **Leibnitz**, ist nicht mehr Kraft nöthig, einen Körper von einem Pfunde zur Höhe 4 zu erheben, als einen andern, dessen Maße 4 ist, zur einfachen Höhe. Man sieht leicht, daß diese Schlußfolge aus **Cartesens** Grundregel nur alsdann herfließe, wenn die Zeiten der Bewegung gleich sind. Denn bey der Schnellwage sind die Zeiten einander gleich, darin die Gewichte ihre unendlich kleinen Räume durchlaufen würden. Der Herr **von Leibnitz** ließ diese Bedingung aus der Acht, und schloß auch auf die Bewegung in Zeiten, die einander nicht gleich sind. Man ist daher gar nicht so schlechthin berechtiget, die Kräfte beider Massen für gleich anzunehmen. Wenn man die Zeit mit in

Betrachtung ziehet, so kann man vielmehr den Beweis so führen, daß er **Cartesens** Maß der Kräfte bestätiget.

Der Herr von **Leibnitz** hat seine Gedanken noch mehr in einer andern Schrift *) erläutert, worin er die Sache durch eine neue Eintheilung recht deutlich machen wollte. Körpern, die bloß drücken, wie Gewichte, die unterstützet sind, legte er eine **todte Kraft** bey, und gab zu, daß sich diese wie das Produkt MC verhalten, wenn M die Masse und C die Geschwindigkeit bedeutet, womit sie nach gehobenem Hindernisse anfangen würde, sich zu bewegen. Bewegten Körpern aber schrieb er eine **lebendige Kraft** zu, und diese sollte sich wie MC^2 verhalten, wenn C die Geschwindigkeit des Körpers ist. Allein hier entsteht die Frage, wenn ehe die Bewegung als wirklich betrachtet werden könne? Eine Bewegung kann nur alsdann wirklich seyn, wenn eine gewisse Zeit während des Anfangs der Bewegung verflossen ist. Diese Zeit ist aber beym leibnitzischen Kräftenmaße nicht etwas von gesetzter und gemessener Größe, sondern ganz unbestimmt; mithin kann sie so klein als man will angenommen werden, wenn man sie brauchen will eine wirkliche Bewegung damit anzuzeigen. Daraus läßt sich der Schluß machen, was überhaupt gilt, wenn ein Körper eine Zeitlang sich beweget hat, das muß auch gelten, wenn gleich nur die Bewegung im Anfange ist; denn eine sehr kleine Dauer der Bewegung ist von dem bloßen Anfange derselben nicht unterschieden, oder man kann sie füglich verwechseln. Daraus folget, wenn der Körper überhaupt alsdann eine lebendige Kraft hat, indem er sich eine Zeitlang, sie sey so kurz als man will, beweget hat, daß er sie auch haben muß, wenn er sich erst zu bewegen anfängt. Denn es ist einerley, ob er eben erst anfängt oder etwa schon eine ungemein kleine Zeit fortfähret sich zu bewegen. Man sieht hieraus, welche Verwirrungen durch den Unterschied todter und lebendiger Kräfte entstehen.

Die

*) Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus circa corporum vires etc.; in act. erudit. Lips. a. 1695. mens. April. p. 145 sq.

Die Meinung des Herrn **von Leibniz** ist unter vielen andern, besonders von folgenden vertheidiget worden: von **Daniel Bernoulli** [α]), **Johann Bernoulli** [β]), **Hermann** [γ]), **Bilfinger** [δ]), **Wolf** [ε]), **'sGravesande** [ζ]) und **Mußchenbroek** [η]); dagegen ist die cartesianische Meinung vertheidiget worden von **Mairan** [θ]), **Jurin** [ι]), **Desaguliers** [κ]), **Maclaurin** [λ]), **Heinsius** [μ]). Die Geschichte von diesem berühmten Streite erzählen die Herrn **Kant** [ν]), **Arnold** [ξ]) und **Käßner** [ο]).

Noch haben die Vertheidiger der leibnizischen Meinung unter andern auch darauf sich berufen, daß, wenn Kugeln von gleichem Umfange und gleicher Schwere von verschiedenen Höhen herabfallen, und in weichen Thon eindringen, sich die Höhen wie die Quadrate der erlangten Geschwindigkeiten verhalten. Da nun der Widerstand des Thones als eine Kraft anzusehen ist, die der Bewegung der Kugeln beständig mit gleicher Stärke entgegen wirket, und in gleichen Zeiten ihre Geschwindigkeiten beständig um gleich viel vermindert; so verhalten sich die Tiefen der von den Kugeln eingedruckten Löcher, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten,

α) Examen principiorum mechanicae; in comment. Petropol. T. I. p. 130 sqq.

β) Discours sur le mouvement; in opp. Tom. III. num. 135. Ingl. de vera notione virium viuarum; in act. erud. Lips. 1735. Maj. p. 210. und opp. Tom. III. num. 145.

γ) Phoronomia. Amst. 1716. 4.

δ) De viribus corpori moto insitis, earumque mensura; in comm. Petrop. T. I. p. 43 sqq.

ε) Principia dynamica; in comment. Petrop. Tom. I. p. 217 sqq.

ζ) Physices element. mathem. lib. I. c. 22. §. 460.

η) Introductio ad philosoph. natural. Tom. I. §. 272 sq.

θ) Diss. sur l'éstimation et la mésure des forces motrices des corps. Paris 1741.

ι) Principia dynamica. Philos. transact. n. 476. und 479.

κ) Course of experimental philosophy. Lond. 1745. 4 Vol. I.

λ) Account of Sir Isaac Newton's philos. discoveries. Book II. chp. 2.

μ) Diss. de viribus motricibus praes. *Hausen*. Lips. 1733. 4.

ν) Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise, deren sich Herr von Leibniz u. and. Mechaniker bedienet haben. Königsb. 1746. 8.

ξ) Diss. duae de viribus viuis earumque mensura. Erlang. 1754. 4.

ο) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Absch. III. §. 202 f.

womit die Kugeln anschlagen. Dagegen antworten die Vertheidiger der cartesianischen Meinung, man müsse nicht auf die Tiefen der Gruben allein, sondern auch auf die Zeiten sehen, binnen welchen die Gruben eingedrückt würden; die Leibnitzianer nehmen auf die Zeit gar keine Rücksicht.

Es würde zu weitläuftig seyn, noch mehrere von beyden Theilen angeführte Gründe hier beyzubringen. Aus dem Angeführten erhellet schon hinlänglich, daß beyde Theile die Größe der Kraft aus der Größe der Wirkung zu bestimmen sich bemühet haben. Allein der eine Theil bestimmt sie aus derjenigen Wirkung, die in einer gewissen Zeit erfolget, da der andere Theil selbige aus der Summe der ganzen erfolgenden Wirkung, ohne Rücksicht auf die darauf verwendete Zeit, bestimmt. Es ist also gar leicht zu begreifen, daß im ersten Falle ganz was anders, als im andern herauskommen müsse. Es folgt demnach hieraus, daß beide Theile unter dem Ausdrucke **Kraft** ganz etwas Verschiedenes verstanden haben, und daß ihr Streit ein bloßer Wortstreit war.

Kraft, bewegende der Maschinen (potentiae moventes, puissances, forces mouvantes) nennt man diejenigen Kräfte, die zur Bewegung der Maschinen gebrauchet werden. Hierzu hat man bisher folgende sehr nützlich befunden.

1. Die Kraft der Menschen. Die Kraft, welche ein Mensch anwendet, einer Maschine durch Ziehen oder Drucken Bewegung zu geben, gehöret in die Classe der relativen Kräfte, und hängt von der Geschwindigkeit ab, welche der zu bewegenden Last schon mitgetheilet ist. Das Gesetz ist nicht mit Zuverlässigkeit bekannt, nach welchem die Stärke dieses Druckes oder Zuges von der Geschwindigkeit der angegriffenen Stelle der Maschine abhängt; also läßt sich auch nicht mit Zuverlässigkeit die Geschwindigkeit angeben, wobey das mechanische Moment der menschlichen Kräfte am größten wird. Eben so wenig zuverlässig weiß man demnach, wie groß die Stärke des Druckes oder Zuges für den Fall geschätzet werden könne, wenn von der Kraft der Menschen der

der vortheilhafteste Gebrauch gemacht werden soll. Ueberdem hat der eine Mensch mehr körperliche Kräfte, als der andere; dieserwegen hat man suchen müssen, aus Vergleichung mehrerer Erfahrungen diejenige Kraft und Geschwindigkeit zu finden, womit Menschen an Maschinen durch Ziehen oder Drucken arbeiten können, ohne daß sie in so kurzer Zeit ermüden. Gewöhnlich schätzt man die Kraft eines Menschen beym Ziehen oder Schieben auf 25 Pfund, wenn die angegriffene Stelle eine Geschwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde hat. Es kann zwar der Mensch schneller und stärker arbeiten, wenn er ein gesunder Mann und von gewöhnlichen mittleren Leibeskräften ist, allein alsdann wird er mit der Arbeit nicht lange Zeit, ohne völlig zu ermüden, anhalten können. Ueberdem ist die Rede nur von einer solchen Art der Arbeit, wobey es hauptsächlich auf die Anstrengung der Kraft der Muskeln ankommt, wie wenn derselbe eine Kurbel drehet. Ist aber die Einrichtung so gemacht, daß der Mensch die Maschine durch Treten oder auch sonst auf eine solche Art bewegen kann, daß das Gewicht seines Körpers ihn zum Theil zu Hülfe kommt, so kann bey eben der Geschwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde die Kraft, womit er in die angegriffene Stelle der Maschine wirket, wohl auf 50 und mehrere Pfunde geschätzet werden. Herr **Belidor** *) schätzt die Geschwindigkeit eines arbeitenden Mannes, wenn er 25 Pfund Kraft anwendet, nur auf $1\frac{2}{3}$ pariser Fuß.

2. Die Kräfte der Thiere. Auch die Kräfte der Thiere gehören zu der Classe der relativen Kräfte. Zieht ein Pferd oder mehrere oder auch ein anderes Thier an der angegriffenen Stelle der Maschine, z. B. am Zugbaume, so ist die Größe dieses Zuges im ersten Augenblicke, da alles noch ruhet am stärksten; kömmt aber nach und nach die angegriffene Stelle in einen gleichförmigen Gang, so nimmt auch die Stärke des Zuges ab. Uebrigens ist aber das Gesetz eben

 so

*) Archit. hydraul. B. I. Cap. I. §. 30 f.

so wenig, wie bey den Menschen, bekannt, nach welchem die Stärke des Zuges von der Geschwindigkeit der angegriffenen Stelle abhängt, und auch selbst bey den Thieren findet in Ansehung ihres körperlichen Zustandes ein großer Unterschied Statt. Man schätzt die Kraft eines tüchtigen Zugpferdes, wenn es mit noch ein Mahl so großer Geschwindigkeit als ein Mensch, also mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 6 Fuß in einer Sekunde arbeitet, sieben Mahl größer, als die Kraft eines arbeitenden Mannes, mithin auf 175 Pfund. Kömmt dem Pferde, indem es die Maschine bewegt, das Gewicht seines eigenen Körpers zu Hülfe, oder wirkt wohl gar eigentlich das Gewicht des Thieres, wie bey den Lauf- und Treträdern; so folget von selbst, daß die Kraft bey eben der Geschwindigkeit auch größer sey, und sich nach der Größe der thierischen Körper richte.

3. Die Kraft des Wassers. Diese wird vorzüglich mit großem Vortheile statt der menschlichen und thierischen Kräfte gebrauchet, welche letztere beständig mehr Kostenaufwand erfordern. Die Kraft des Wassers wird so angebracht, daß entweder der Fall oder das Gewicht desselben die Maschine durch dazu schickliche Räder in Bewegung bringt. Die Wirkung der Kraft des Wassers hängt vorzüglich von der Menge, Geschwindigkeit und Richtung des Wassers gegen die Theile des Rades ab. Ein Hauptvorzug dieser Kraft besteht darin, daß man durch selbige eine gleichförmige Wirkung erhalten kann, indem man nämlich das überflüssige Wasser ableiten, den Mangel desselben durchs Schützen ersetzen, und bey den so genannten Panstermühlen das Rad nach der jedesmahligen Höhe des Wassers hängen kann.

4. Die Kraft des Windes, oder der bewegten Luft unserer Atmosphäre. Hierbey wird der bewegten Luft eine Fläche entgegengesetzet, welche sie auffängt, um die Fläche mit den übrigen damit verbundenen Theilen der zu bewegenden Körper in Bewegung zu bringen, wie z. B. die Windflügel einer Windmühle. Wegen der Richtungen, welche der Wind oft hat, müssen sich die Flächen, welche ihn auf-

fangen, nach allen Gegenden kehren lassen. Uebrigens aber ist diese Kraft sehr veränderlich, und die allzugroße Stärke des Windes ist oft den Maschinen gefährlich, da hingegen der allzuschwache Wind dieselben auf eine Zeitlang ganz unbrauchbar macht.

5. Die Kräfte der Dämpfe. Erst in den neuern Zeiten hat man diese mit sehr großem Vortheile zur Bewegung der Maschinen angewendet. Wie stark dergleichen Dämpfe wirken, ist unter dem Artikel, **Dämpfe**, gezeiget worden.

6. Die Kraft der Gewichte. Diese Kraft kann zur Bewegung der Maschinen nur alsdann gebrauchet werden, wenn eine beständig gleichwirkende Kraft nöthig ist, wie z. B. bey Uhren, Gegengewichten u. s. f. Sonst sind die Gewichte in der ausübenden Mechanik nicht so brauchbar, als die übrigen Kräfte, weil sie sich beständig niederwärts bewegen, und daher bey einer verlangten dauernden Wirkung entweder einen sehr großen Raum erfordern, oder sehr langsam niedersinken müssen.

7. Die Kraft der Federn oder auch die Elasticität fester Körper, wie z. B. die Stahlfedern, lange Stangen von Tannenholz u. f. Diese Kraft kann man zu vieler Absicht gebrauchen. So werden durch Stahlfedern Theile der Maschine an einander gedruckt, plötzliche Bewegungen durch selbige bewirket u. d. gl. Wenn man sie länger bey dauernden Bewegungen gebrauchen will, so müssen sie in eine von ihrer natürlichen sehr abweichende Figur gebracht werden, da sie alsdann, indem sie sich bestreben, ihre natürliche Gestalt wieder anzunehmen, gewisse Theile der Maschine in Bewegung setzen. Auf diese Weise sind die Federn der Taschenuhren eingerichtet. Im Anfange, wenn die Federn sehr stark gespannt sind, ziehen sie weit stärker, als in der Folge; daher muß bey Verfertigung der Maschinen auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden, wenn sie einen gleichförmigen Gang haben soll.

Dieß sind die bisher bekannten Kräfte, welche zur Bewegung der Maschinen sind gebrauchet worden. Ob nun die

Nachwelt so glücklich seyn wird, noch von andern zum Theil schon bekannten Kräften, z. B. Anziehen und Abstoßen der Elektricität und des Magnetismus, einen vortheilhaften Gebrauch zur Bewegung der Maschinen zu machen, das wird bloß vom erfinderischen Geiste ein und der andern Nation abhängen.

Von den bewegenden Kräften der Maschinen hat besonders Herr Prof. **Büsch** [α]) ausführlich gehandelt.

Auch versteht man mannigmahl unter dem Worte, **bewegende Kräfte, Potenzen** (potentiae, puissances, forces mouvantes) die Maschinen selbst.

Kräfte-Central, Centrifugalkraft, Centripetalkraft s. die Artikel hiervon an den gehörigen Orten.

Kraft-Feder s. **Elasticität.**

Kraft, gleichförmig beschleunigende s. **unveränderliche Kraft** in der Folge dieses Artikels.

Kraft der Trägheit s. **Trägheit.**

Kraft des Wurfs s. **Wurf.**

Kraft, lebendige (vis viua, force vive). Der Herr **von Leibnitz** [β]) theilte die Kräfte zuerst in **todte** und **lebendige** ein, um dadurch das von ihm angegebene Kräftemaß recht deutlich zu machen. Unter einer **lebendigen Kraft** verstand er eine solche Kraft, die mit wirklicher Bewegung verbunden ist; unter einer **todten** hingegen diejenige, welche nur ein Bestreben hat, Bewegung hervorzubringen, ob sie gleich in der That keine erzeuget. Hiernach scheint es also, als ob er durch eine lebendige Kraft eine solche, die wirkliche Bewegung verursachet, verstanden wissen wolle. Fast alle Vertheidiger des leibnitzischen Kräftemaßes nehmen auch das Wort in diesem Sinne. Allein **Johann Bernoulli** [γ]), der eifrigste Vertheidiger des Herrn **von Leibnitz,**

α) Versuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens. Dritte Ausgabe. Hamburg 1790. 8. Mechanik, Abschn. 7. S. 183.

β) Specimen dyn. pro admirandis naturae legibus etc.; in act. erud. Lipf. a. 1695. Apr. p. 145.

γ) De vera notione virium viuarum. Act. erud. 1735. Maj. p. 210. und opp. Tom. III. num. 145.

niz, erkläret sich darüber ganz anders. Er verstehet durch lebendige Kraft ein bloßes Vermögen zu handeln. Dieß sagt **Bernoulli** selbst, indem er sich so ausdruckt: hinc patet, vim viuam (quae aptius vocaretur facultas agendi, gallice *le pouvoir*) esse aliquid reale, et substantiale, quod per se subsistit, et quantum in se est, non dependet ab alio; und in eben dieser Schrift, vis viua non consistit in actuali exercitio, sed in facultate agendi. Wenn z. B. eine Kugel durch irgend eine Kraft in Bewegung ist versetzet worden, so wird nun der bewegten Kugel eine lebendige Kraft zugeschrieben. Nach Herrn **Bernoulli** soll diese eine Fähigkeit seyn, Bewegung hervorzubringen, wenn sie in ihrer Bewegung auf einen Körper stößt. Er hält diese Kraft für etwas ganz Eigenes und Substantielles, und daraus macht er den Schluß, daß ihre Größe ganz allein durch die Totalsumme aller von ihr erzeugten Wirkungen gemessen werden müsse, ohne Rücksicht auf die Zeit zu nehmen, in welcher die Wirkungen erfolgen. Dieß gibt also natürlich das leibnizische Maß der Kräfte.

Aus diesem Begriffe von lebendiger Kraft, wie ihn **Bernoulli** gegeben hat, leitete er ein so berühmt gewordenes und wenigstens in der Geschichte der Mechanik sehr merkwürdiges Gesetz her: **in der Körperwelt wird immer einerley Summe der Kräfte erhalten, und es geht keine lebendige Kraft verloren.** Diesen Satz nannte man den **Grundsatz von Erhaltung lebendiger Kräfte** (principium conseruationis virium viuarum). **Bernoulli** hält dieses Gesetz für so einleuchtend, daß er behauptet, man würde es nur verdunkeln, wenn man unternehmen wollte, es zu beweisen. Es wäre auf keine Weise zu läugnen, daß eine wirkende Ursache nie ganz oder zum Theil verloren gehen könne, ohne vorher eine dem Verluste gemäße Wirkung hervorgebracht zu haben. Es sey die lebendige Kraft eines Körpers etwas so Absolutes und Positives, daß sie in dem Körper bleiben würde, wenn es gleich dem Schöpfer gefiele, die übrige Körperwelt ganz zu vernich-

ten.

ten. Würde daher die lebendige Kraft eines Körpers bey seinem Stoße an einem andern vermindert, so müsse dagegen die lebendige Kraft des gestoßenen Körpers um eben so viel zunehmen, woraus die beständige Gleichheit der Totalsumme lebendiger Kräfte nothwendig folge.

Nimmt man also zwey Massen M und m, deren Geschwindigkeiten vor dem Stoße C und c, nach dem Stoße aber V und v, so muß diesem Grundsatze gemäß und nach dem leibnitzischen Kräftenmaße seyn

$$MC^2 + mc^2 = MV^2 + mv^2.$$

Dieß hat auch seine Richtigkeit bey dem Stoße elastischer Körper. M. s. Stoß. Hingegen beym Stoße unelastischer Körper, wo die Geschwindigkeit beider nach dem Stoße gleich oder $v = V$ ist, mithin

$$MC + mc = MV + mV$$

ist, findet dieß Gesetz nicht Statt. Bernoulli nahm aus andern Gründen keinen vollkommen harten Körper an; daher schienen ihm die Gesetze des Stoßes elastischer Körper hinreichend zu seyn, um den Satz von den lebendigen Kräften als allgemein wahr zu betrachten. Von dem Stoße weicher unelastischer Körper behauptet er, daß hierbey ein Theil der lebendigen Kraft auf die Zusammendruckung verwendet werde, welcher aber doch in den zusammengedruckten Theilen zurückbleibe, und nur deßwegen nicht wieder thätig werde, weil die Weichheit des Körpers es hindere.

Es würde hier viel zu weitläuftig seyn, zu zeigen, welche Fehlschlüsse Herr Bernoulli bey der Behauptung der lebendigen Kraft gemacht hat. Man findet alles vollständig entwickelt in der unter dem Artikel, bewegende Kraft, angeführten Schrift des Herrn Kant. Indessen hat es aber doch seine Richtigkeit, daß in vielen Fällen der von Bernoulli angegebene Grundsatz seine Anwendung findet, besonders wenn er so ausgedruckt wird:

Wenn ein ganzes System mehrerer Massen in Bewegung ist; und diese Massen während der Bewegung in einander wirken, so ist die Summe der

der Produkte aller einzelnen Massen in die Quadrate der erlangten Geschwindigkeit in jedem Augenblicke eben so groß, als sie seyn würde, wenn die Massen nicht in einander gewirket hätten.

Ein Beyspiel hiervon gibt die Theorie vom Mittelpunkte des Schwunges ab. Wenn nämlich eine große unbiegsame Linie ohne Schwere mit Gewichten beschweret ist, deren Massen A, B, C u. f. sind, so läßt sich beweisen, daß sich die Summe der Produkte aus den Massen in die Quadrate der erlangten Geschwindigkeiten nicht ändert, die Massen A, B, C u. f. mögen als einfache Pendel betrachtet, frey in die Vertikallinie fallen, oder als Theile des zusammengesetzten Pendels während der Bewegung in einander wirken. Selbst **Bernoulli** hat dieß aus andern mechanischen Gründen dargethan.

Man hat diesen Satz mit großem Vortheile auf viele schwere mechanische Aufgaben angewendet, welche sich dadurch oft leichter als durch andere Methoden haben auflösen lassen. Indessen hat **Johann Bernoulli** andere Gründe entdecket, aus welchen sich alles, was aus diesem Satze sonst ist gefolgert worden, bündiger herleiten läßt, so daß dieser Satz für den jetzigen Zustand der Mechanik ziemlich entbehrlich ist.

Kraft, mittlere, zusammengesetzte (vis composita, force résultante) ist diejenige Kraft, welche aus der Verbindung zweyer oder mehrerer, nach verschiedenen Richtungen wirkender Kräfte entstehet. Diese verschiedenen Kräfte, aus welchen die mittlere Kraft entspringt, nennt man Seitenkräfte oder äußere Kräfte. Es läßt sich die Größe und Richtung der mittleren Kraft aus den äußern Kräften eben so, wie die mittlere Bewegung aus den äußeren Bewegungen finden. M. s. **Zusammensetzung der Kräfte**.

Normal-Kraft s. dieses Wort am gehörigen Orte.

Kraft, relative (vis relatiua, force relative) ist diejenige Kraft, welche anders in einen ruhenden, und anders

ders in einen verschiedentlich bewegten Körper wirket. Sie ist der absoluten Kraft entgegengesetzet. Wenn z. B. an einem unterschlächtigen Wasserrade einer noch nicht bewegten Maschine die Schaufel durch die Kraft des Wasserstoßes zur Bewegung angetrieben wird, so wirkt diese Kraft im ersten Momente als absolute Kraft; so bald aber die Schaufel ausweichet, mithin das Rad in Umlauf kommt, so wird nun auch die Kraft des Stoßes geringer, bis das Rad einen gleichförmigen Gang angenommen hat, da alsdann die Kraft des Wassers, welche das Rad immer im gleichförmigen Gange erhält, die relative Kraft des Wasserstoßes ist.

Kraft, retardirende (vis retardatrix, force retardante) heißt eine beschleunigende Kraft, die nach einer der Bewegung des Körpers entgegengesetzten Richtung wirkt, und folglich die Geschwindigkeit dieser Bewegung vermindert. Auf diese Weise wirkt die Schwere eines in die Höhe geworfenen Körpers entgegen, wodurch die Geschwindigkeit, womit er in die Höhe stieg, nach und nach immer geringer wird, und zuletzt ganz verlieret, da er alsdann vermöge der noch fortwirkenden Schwere mit beschleunigter Bewegung wieder herabfällt. M. s. **Bewegung**.

Kraft-Schnell, Spannkraft s. **Elasticität**.

Kraft-Schwer s. **Schwere**.

Kraft-Tangential s. dieses Wort an gehörigem Orte.

Kraft, todte (vis mortua, force morte). Der Herr **von Leibnitz** versteht unter dem Ausdrucke **todte Kraft** eine solche, welche gegen ein unüberwindliches Hinderniß wirkt, und folglich nur Bewegung hervorzubringen strebet, ohne wirkliche Bewegung erzeugen zu können. So druckt ein Körper eine Unterstützung, worauf er liegt, mit einer todten Kraft. Aber nicht allein der Druck selbst wird todte Kraft genannt, sondern auch das aus dem Drucke erfolgende Bestreben nach Bewegung. **Bernoulli** hält todte Kraft und Druck für völlig einerley; anders wo aber unterscheidet er Druck von todter Kraft, wie Ursache und Effekt, indem er sich so ausdruckt, la force morte est celle, que

reçoit

reçoit un corps sans mouvement, lorsqu'il est sollicité et pressé de se mouvoir etc.

Nach **Leibniz** soll die lebendige Kraft entstehen aus unendlichen Eindrücken der todten Kraft (vis est viua ex infinitis vis mortuae impressionibus nata). Wenn nämlich das, was druckt, in jedem Augenblicke durch das Hinderniß aufgehoben wird, so entsteht nur Druck, wenn aber nach gehobenem Hindernisse die Masse wirklich beweget wird, so setzt die wirkende Ursache in jedem Augenblicke in die Masse ein unendlich kleines Vermögen hinein, welches dann in endlicher Zeit ein endliches Vermögen, d. i. die lebendige Kraft erzeuget. M. s. **lebendige Kraft.**

Kraft, veränderliche (vis variabilis, force variable) heißt eine beschleunigende Kraft, welche nicht in allen Stellen des Weges, durch welchen ein Körper beweget wird, gleich stark wirket. Man nennt auch diese Kraft eine **ungleichförmig beschleunigende** (vis inaequabiliter accelerans). So sind die anziehenden Kräfte der Erde gegen die Sonne und die des Mondes gegen die Erde veränderliche Kräfte, weil sie nicht in allen Stellen der Erd- und Mondbahn gleich bleiben. Was für Gesetze solche Kräfte befolgen, die stets nach einem Punkte gerichtet sind, s. m. den Artikel, **Centralkräfte.**

Kraft, unveränderliche (vis constans, force constante) ist eine beschleunigende Kraft, welche in allen Stellen des Weges, den ein Körper durchläuft, gleich stark wirket. Man nennt auch diese Kraft eine **gleichförmig beschleunigende Kraft** (vis vniformiter s. aequabiliter accelerans). Dahin gehöret z. B. die Schwere der Körper an einerley Oberfläche der Erde.

Kraft, zurückstoßende s. **ausdehnende Kraft, Abstoßen.**

Kraft, zusammengesetzte s. **mittlere Kraft.**

Krystall (crystallus, crystal) heißt überhaupt eine jede Substanz, deren Theile so mit einander verbunden sind, daß sie einen regelmäßig gebildeten Körper ausmachen. Anfänglich

fänglich hatte man diesen Nahmen bloß dem natürlichen Krystall oder **Bergkrystall** (crystallus natiua s. montana, crystal de roche) gegeben, einem harten durchsichtigen Steine, welcher die Figur eines gleichseitigen Prisma hat, deren Grundflächen zwey sechsseitige Pyramiden sind. Dieser Bergkrystall, den man sonst auch unechten Edelstein nennt, hat außer der Kieselerde, nach Herrn **Wieglebs** und **Bergmanns** Untersuchung, auch etwas Thon- und Kalkerde. Diesen harten Stein schätzten die Alten sehr hoch, und verfertigten allerley Gefäße von großem Werthe daraus.

Wenn bey chemischen Operationen Körper aus dem flüssigen Zustande langsam in einen festen übergehen, so nehmen die Theile verschiedener Körper ein eigenes regelmäßiges Gefüge an, welches bey verschiedenen Körpern auch verschieden ist. Da alsdann diese festen Körper, besonders wenn sie durchsichtig sind, mit dem natürlichen Krystalle eine Aehnlichkeit haben, so hat man allen den Nahmen der Krystalle beygeleget. In den neuern Zeiten haben verschiedene, wie z. B. **de la Metherie** behauptet, daß überhaupt alle flüssige Körper, welche nicht allein durch chemische sondern auch durch Naturoperationen in feste und regelmäßige Gestalten übergehen, krystallische Fügungen annehmen, und daher diese festen Körper als krystallisirte betrachtet werden. M. s. **Krystallisation**.

Krystall, isländischer, Doppelstein, Doppelspath (crystallus Islandica s. duplicans, spathum duplicans, crystal d'Islande) ist ein blätterichter, durchsichtiger, in rhomboidalischen Stücken brechender Kalkspath, welcher die merkwürdige Eigenschaft besitzet, daß die Gegenstände dadurch betrachtet doppelt erscheinen. Diesen Spath findet man in Schweden, Island und der Schweiz. Er bricht in Form der Parallelepipeden mit rhomboidalischen Seitenflächen, deren stumpfe Winkel 101° 52′, mithin die spitzigen 78° 8′ betragen. Die Neigung der Seitenflächen selbst gegen einander beträgt 105°.

Die

Die ersten Beobachtungen über die Erscheinungen dieses Krystalls sind von **Erasmus Bartholin** *), Professor der Geometrie und Medicin zu Koppenhagen. Er nahm wahr, daß die Objekte (fig. 25.) a und b, auf welche er die Grundfläche eines Stücks von diesem Krystalle legte, in g g und h h doppelt erschienen. Die Entfernung dieser Bilder von einander war desto größer, je dicker der Krystall war, und bey sehr dünnen Scheiben fielen sie fast in einander. Am weitesten schienen sie von einander entfernet, wenn das Objekt auf der Diagonale n m lag, welche durch die spitzigen Winkel der Grundfläche geht. Hieraus schloß er, daß bey jedem Lichtstrahl eine doppelte Brechung vorgehen müsse, wovon er die eine oder gewöhnliche Brechung im Brechungsverhältnisse wie 5 zu 3 fand, die andere ungewöhnliche aber sich nach der Neigung des Strahls gegen eine mit den Seiten des Krystalles parallele Linie richtete.

Huygens β) suchte die Erscheinungen an diesem Krystalle genauer zu bestimmen. Die Umstände der ungewöhnlichen Brechung des Lichtes gibt er also an: es sey (fig. 26.) a b f e ein Stück des Krystalles, und es werde der stumpfe Winkel a c b an einem der beyden körperlichen Winkel, welche aus drey gleichen ebenen stumpfen Winkeln bestehen, in zwey gleiche Theile durch die gerade Linie c g getheilet, durch welche und durch die Seite c f eine Ebene geleget werde, die auf der Oberfläche a b nothwendig senkrecht ist. Der Durchschnitt dieser Ebene mit dem Krystall wird ein Parallelogramm g c f h, welches er den **Hauptschnitt** des Krystalls nennt. Bedeckte er die Fläche a b, und ließ bloß eine kleine Oeffnung bey k, einem Punkte auf der Linie c g, und hielt sie gegen die Sonne so, daß ihre Strahlen senkrecht darauf fielen, so theilte sich der Strahl i k bey k in zwey gleiche Theile, wovon der eine in der geraden Linie k l fort-

M 2 ging,

*) Experimenta crystalli Islandici, quibus mira et insolita refractio detegitur. Hafn. 1669. 4.

β) Traité de la lumière. Leid. 1690. 4. auch Latein. in *Hugenii* opp. reliquis. Amst. 1728. 4. T. I.

ging, der andere aber ward unter einem Winkel von 60° 40′ nach km gebrochen, und nahm beym Ausgange durch m die mit ik parallele Richtung mz wieder an. Gesetzt also, es befände sich ein Gegenstand in l, so wird nun von selbigem nicht allein ein Strahl lki, sondern auch ein anderer lri in die Oeffnung des in i liegenden Auges kommen; ersterer wird nämlich ungebrochen durchgehen, letzterer aber in eine Lage gebrochen, die mit mk parallel ist. Demnach wird das Auge den Gegenstand doppelt sehen, ein Mahl durch die gewöhnliche Brechung in l, und das andere Mahl durch die ungewöhnliche in f.

Wenn der einfallende Strahl no in der Ebene des Schnittes ghfc liegt, und mit cg einen Winkel von 73° 20′ macht, so wird er durch die gewöhnliche Brechung nach oq hin geworfen, der andere Theil aber, auf den die ungewöhnliche Brechung wirket, geht hier in gerader Linie mit no nach p fort, und bleibt auch beym Herausgehen in dieser geraden Linie.

Huygens maß das Verhältniß der Brechung, so wohl der gewöhnlichen als auch ungewöhnlichen, mit aller nur möglichen Sorgfalt, und fand das Brechungsverhältniß der gewöhnlichen, wie **Bartholin**, wie 5 : 3, für die ungewöhnliche Brechung aber veränderlich nach der verschiedenen Neigung des einfallenden Strahls. Nach weiterer Untersuchung der ungewöhnlichen Brechung fand er folgendes Gesetz: wenn der auf cg senkrecht auffallende Strahl ik nach m hin gebrochen wird, so fallen diejenigen Strahlen, welche mit ik gleiche Winkel machen, und durch k gehen, auf der Linie hf in gleiche Entfernungen von m. Eben dieß findet auch bey den Brechungen in andern Schnitten des Krystalles Statt.

Auch fand **Huygens** noch, daß, wenn zwey Stücke dieses Krystalles in einiger Entfernung von einander so gehalten wurden, daß beide Seitenflächen mit einander parallel waren, und der Lichtstrahl im ersten Stücke in zwey Theile gespalten war, ein jeder dieser beiden, ohne sich weiter zu spal-

spalten, in das andere Stück überging, daß aber der regelmäßig gebrochene bloß der gewöhnlichen Brechung, und der ungewöhnlicher Weise gebrochene bloß der ungewöhnlichen Brechung folge. Lagen die Stücke so, daß ihre Hauptschnitte einen rechten Winkel mit einander machten. Die gegenüberliegenden Flächen mochten sich parallel seyn oder nicht, so ward der in dem ersten Stücke regelmäßig gebrochene Strahl in dem zweyten bloß nach der ungewöhnlichen Art, und der in dem ersten Stücke nach der ungewöhnlichen Art gebrochene in dem zweyten bloß nach der gewöhnlichen Art gebrochen. Bey allen übrigen schiefen Lagen der Stücke aber wurden die Lichtstrahlen beide Mahl gespalten.

Endlich erkläret **Huygens** diese sonderbaren Erscheinungen vermöge seiner Hypothese vom Lichte aus den wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln der Lichtmaterie auf diese Art, daß nämlich die ungewöhnliche Brechung von sphäroidischen Lichtwellen, die gewöhnlichen aber von sphärischen verursachet werden. Indessen gesteht er zuletzt doch noch ein, daß diese Erklärung ihn nicht befriedige, und er bis jetzt keine Ursache habe auffinden können, die ihn nur einiger Maßen Genüge leiste.

Newton [a]) führet keine Versuche an, die er mit dem isländischen Krystalle selbst angestellet hätte, sondern gibt nur das Gesetz der ungewöhnlichen Brechung auf folgende Art an: es sey (fig. 27.) adbc die brechende Fläche des Krystalls, c der größte körperliche Winkel an dieser Fläche, gehf die gegenüberliegende Fläche, und ck eine senkrechte Linie auf diese, welche mit der Ecke cf einen Winkel von 19° 3′ macht. Man ziehe kf, und nehme kl so groß, daß der Winkel kcl 6° 40′ und lcf 12° 23′ werde. Ist nun st ein Lichtstrahl, der unter einem beliebigen Winkel bey t auffällt, so sey tv der regelmäßig nach dem Brechungsverhältnisse 5:3 gebrochene Strahl. Man ziehe vx parallel und gleich mit kl, so wird die Linie tx der ungewöhnlich gebrochene Strahl.

a) Optice lib. III. quaest. 17. 18.

Vermöge der von **Huygens** angestellten Beobachtungen über die Brechung des Lichtes durch mehrere Stücke von Krystall, kam **Newton** auf die Muthmaßung, daß die verschiedenen Seiten des Lichtes verschiedene Eigenschaften haben. Denn, sagt er, wäre der Unterschied der Strahlen in Absicht auf die gewöhnliche und ungewöhnliche Brechung nicht eigenthümlich, und erhalte es diese Modificationen bey der ersten Brechung, so müßten die nachfolgenden Brechungen andere neue Modificationen hervorbringen. Bey dem huygenianischen Versuche findet aber dieß nicht Statt, da ein Strahl immer nach der gewöhnlichen, ein anderer nach der ungewöhnlichen gebrochen wird, und überhaupt diese Brechungen nach dem Versuche umwechseln können. Er fraget daher, haben nicht die Lichtstrahlen verschiedene Seiten, die mit unterschiedenen Eigenschaften versehen sind? Jeder Strahl habe gleichsam vier Seiten, wovon zwey einander entgegengesetzte Seiten machen, daß der Strahl nach der ungewöhnlichen Art gebrochen wird; so bald eine derselben nach der Gegend der ungewöhnlichen Brechung in dem Krystalle gekehret ist; die beyden andern aber, wenn eine derselben nach dieser Gegend gewandt ist, doch nicht verursachen, daß der Strahl anders als auf die gewöhnliche Weise gebrochen wird. Wenn man auch gleich die Materialität des Lichtes gern zugestehet, so scheint doch die Erklärung **Newtons** über die ungewöhnliche Brechung noch gar nicht befriedigend zu seyn.

Die besondere Eigenschaft der doppelten Brechung hatte Huygens, aber nicht so merklich, auch am Bergkrystalle bemerket. Der Pater **Beccaria** [α]) bestätiget dieß noch mehr, und ist geneigt, die Ursache dieser Erscheinungen, ja aller Brechungen und Zurückwerfungen überhaupt in der Elektricität zu suchen. Nach **Brisson** [β]) findet man die Verdoppelung der Bilder in allen durchsichtigen und festen Körpern, die künstlichen Gläser, den Flußspath und einige Edelgesteine ausgenommen. Nach

α) Philos. transact. Vol. LII. p. 489.
β) Pésanteur specifique des corps etc. à Paris 1787. 4 maj. pref.

Nach Versuchen des Herrn **Martin** α) mit geschliffenen Prismen von Doppelspath findet nicht bloß eine zweyfache, sondern eine vielfache Brechung in diesem Krystalle Statt, oft eine sechsfache. Andere Prismen, die mehr als sechs Mahl das Bild vervielfältigen, konnte er nicht finden; wenn er aber zwey Prismen so zusammenstellte, daß der brechende Winkel dadurch größer oder kleiner ward, so brachten sie zusammen so viele Bilder hervor, als das Produkt der von jedem einzelnen hervorgebrachten Bildern betrug. Er entdeckte auch, daß bey diesen Brechungen das Licht in Farben zerstreuet ward, wenn gleich die beyden brechenden Flächen mit einander parallel waren. Ließ er den Strahl im verfinsterten Zimmer durch geschliffene Prismen von diesem Krystall gehen, so zeigten sich die schönsten Erscheinungen, wobey zugleich die Sonnenbilder sehr vervielfältiget sich darstellten, so daß Prismen mit Parallelepipeden verbunden eine Anzahl von Bildern gab, die sich auf 24, 48, 72 belief. Alle diese Erscheinungen zu erklären, gesteht er selbst, wisse er nicht, glaubet aber, daß eine bisher noch unbekannte Struktur dieses Körpers, oder eine besondere Modification der Lichttheilchen, sie verursachen möge.

Der Abbé **Rochon** β) will gefunden haben, daß man einen künstlichen Doppelstein erhalte, wenn man Scheibchen Glas von verschiedener Brechbarkeit auf einander leget, und solche durchs Feuer mit einander verbindet oder zusammenschmelzet.

Herr **Silberschlag** γ) hat versuchet, eine Erklärung von den Erscheinungen des isländischen Krystalls zu geben. Er führet an, daß der Zusammenhang der Theile, die alle Mahl eine rhomboidalische Figur bilden, nach der Richtung durch die Diagonale von einem spitzigen Winkel zum andern

α) Essay on Island Cryftal.

β) Recueil de mémoires sur la méchanique et la physique. à Paris 1783 8.

γ) Ueber den isländischen Krystall oder Doppelspath, in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin. B. II. St. 2. 1787.

am stärksten sey. Nach ihm soll die Linie der Verdoppelung allezeit mit der Diagonale aus den stumpfen Ecken parallel gehen. Allein nach **Huygens** sehr genauen Bestimmungen erfolget dieß nicht; denn der Hauptschnitt ist keine Diagonalfläche, wie aus fig. 26. erhellet. Die Erklärung des Herrn Silberschlags kommt darauf an, daß von einem Punkte, auf welchen ein rhomboidalischer Körper gebracht worden, einige Strahlen auf der Oberfläche andere aus der Seitenfläche herauskommen, und wegen der verschiedenen Brechung das Auge rühren können. Hieraus lassen sich zwar einige Erscheinungen erklären; allein **Huygens** Beobachtungen der Brechung durch mehrere Stücken und die von **Martin** bleiben daraus ganz unbefriedigend.

Herr **Hauy** *) hat sich ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäfftiget, und besonders verschiedene Thatsachen, die man im Allgemeinen durch ein oder zwey rhomboidalische Stücke des Krystalls beobachten kann, angegeben, und nachher versuchet, diese Thatsachen ganz allein aus der gewöhnlichen Brechung zu erklären.

Es sey (fig. 28.) be ein Rhomboid von Krystall, welches so liegt, daß a und n die beiden stumpfsten Ecken sind, welche von drey stumpfen Winkeln von 101° 32′ 13″ gebildet werden, und daß ihre untere Basis auf einem Papiere ruhe. Ein Punkt p mit Tinte gezeichnet falle in die kleinere Diagonale bn der untern Basis. Man halte das Auge so, daß der Sehestrahl in der Ebene baen sey, die durch die kleinern Diagonalen ae und bn, und durch die Seitenlinien ab und en begrenzt wird. Wenn nun der Sehestrahl vom Punkte p zu gleicher Zeit perpendikular ist auf bn, so sieht man ein Bild dieses Punktes in der Richtung der Perpendikularlinie, und ein zweytes, das einem Punkte l zugehöret, auf der Diagonale zwischen p und n. Dieses zweyte Bild liegt tiefer, als das erste unterhalb der Fläche adef.

Wenn

*) Choix sur divers objects d'histoire naturelle par M. M. *Lamark*, *Bruquière*, *Olivier*, *Hauy* et *Belletier*. Tom. I. à Paris 1792. 8. S. 63 f.; übers. in Grens neuem Journ. der Physik. B. II. S. 403 f.

Wenn sich der Sehestrahl nach ein oder der andern Seite von der Perpendikellinie beym Punkte p entfernet, doch so, daß er noch in der Ebene bane bleibt, so wird der Beobachter ebenfalls wahrnehmen, daß die Bilder des Punktes p sich verrücken, aber so, daß sie immer auf der Diagonale bn sind, und daß das tiefer liegende sich immer näher nach dem Winkel n zu findet, als der andere.

Wenn aber der Sehestrahl außerhalb der Ebene bane herausgehet, dann sind die beiden Bilder des Punktes p nicht weiter auf der Linie bn, auch nicht auf einer damit parallel laufenden, sondern auf einer Linie, die einen größern oder kleinern Winkel mit bn bildet, doch so, daß das tiefere Bild immer dem Winkel n am nächsten ist.

Auch gibt es eine Stellung des Auges, bey welcher das tiefer liegende Bild in der Verlängerung des Sehestrahls ist. Diese findet Statt, wenn etwa nur 2 Grade fehlen, damit der Strahl mit der Seitenkante ab parallel sey. In diesem Falle hat **Hauy** die Neigung des Sehestrahls, gegen die Diagonale ae unterhalb des Rhomboids genommen, 73° 38′ gefunden, woraus folget, daß der Winkel, welcher durch ae mit dem verlängerten Sehestrahle unter der Fläche adef gebildet wird, 106° 22′ ist, während der Winkel eab = 108° 27′.

Eine merkwürdige Beobachtung ist folgende vom Herrn **Monge**; man nehme das Rhomboid, lege den Zeigefinger an die Kante ab und den Daumen an die Kante en, und halte die obere Fläche adef sehr nahe ans Auge, so daß das eine von den beiden Bildern z. B. das Bild p, jenseit des anderen Bildes l in Beziehung auf den Beobachter liege. Nun führe man eine Karte, die man an die untere Fläche hält, an derselben sanft von b gegen n bis sie eines von den beiden Bildern bedeckt. Man sieht mit Verwunderung, daß das Bild welches die Karte dem Gesichte entziehet, nicht das Bild p ist, das nach der Seite hin liegt, von welcher die Karte kommt, sondern das Bild l zunächst an der Seite des Beobachters.

Betrachtet man die Bilder eines Punktes durch zwey über einander liegender Rhomboiden, welche so gestellet sind, daß ihre analogen Seitenflächen unter sich parallel laufen, so sieht das Auge ebenfalls noch zwey Bilder vom Punkte p, welche bloß weiter von einander abstehen, als bey einem einzelnen Rhomboid. Wird das obere Rhomboid auf dem untern herumgedrehet, so daß beide eine solche Lage gegen einander haben, wie es die fig. 29. anzeigt, so sieht das Auge ebenfalls zwey Bilder, welche einander desto näher liegen, je mehr sich die Dicken der angewandten Rhomboiden gleich kommen, dergestalt daß wenn diese Dicken gleich sind, und der Punkt p auf der Diagonale b n, und der Sehestrahl in der Ebene a e n b ist, beide Bilder zu einem einzigen zusammen fließen.

Merkwürdig sind aber folgende Phänomene mit zwey Rhomboiden. Wenn diese so über einander gestellet sind, daß die analogen Seitenflächen mit einander parallel gehen, so lasse man das obere Rhomboid auf dem untern sich sanft drehen, doch so, daß sie mit ihren Flächen immer parallel sind, wofern sie nicht auf einander liegen; man wird bald zwey neue Bilder entstehen sehen, welche anfänglich sehr schwach sind, und nach und nach an Intensität zunehmen. Zu gleicher Zeit werden die beiden ersten Bilder stuffenweise schwächer werden, und endlich ganz verschwinden, welches geschiehet, ehe das obere Rhomboid $\frac{1}{4}$ von der ganzen Umdrehung gemacht hat. Fährt man mit der Umdrehung des obern Rhomboids fort, so finden dieselben Wirkungen Statt, aber in verkehrter Ordnung, nämlich die beiden erstern Bilder erscheinen wieder, und ihre Stärke nimmt nach und nach zu, während die der beiden andern abnimmt, bis sie endlich ganz verschwinden, wenn das obere Rhomboid gegen das Ende einer halben Umdrehung kommt. Uebrigens bemerket man, daß die vier Bilder immer gegen die vier Winkel eines Vierecks zu liegen, dessen Figur sich ändert, so wie das obere Rhomboid gegen das untere seine Lage ändert.

Alle

Alle diese Erscheinungen erkläret Herr Hauy nach den gewöhnlichen Regeln der Brechung auf folgende Art: es sey (fig. 30.) aenb ein Durchschnitt dieses Spathes in der Ebene des Vierecks, welches in fig. 28. durch eben dieselben Buchstaben bezeichnet ist. Wenn ein Strahl ft senkrecht auf ae fällt, so wird dieser Strahl beym Einfallspunkte t sich in zwey Theile theilen, anstatt einfach zu bleiben, wie im Glase, Wasser u. s. f. Der eine tl wird in der Richtung des einfallenden Strahls bleiben, wie im gewöhnlichen Falle, und der andere wird sich vom vorigen nach tf entfernen, und gegen den spitzen Winkel b zu werfen. Ist der einfallende Strahl ST schief auf ae, so wird er sich ebenfalls in zwey Theile theilen, wovon der eine Theil TL sich wie gewöhnlich brechen und dem Einfallslothe CM nähern wird, so daß der Brechungssinus beständig $\frac{3}{5}$ des Einfallssinus ist; der andere Theil FT wird sich stets vom vorigen entfernen gegen den Winkel b hin nach einem besondern von Herrn Hauy nicht angegebenen Gesetze. Die Brechung dieses Strahls TF hat mit den gewöhnlichen Brechungen das gemein, daß dieser Strahl nach seinem Austritte in F eine Richtung FH erhält, die der des einfallenden Strahls TS parallel ist. Den Strahl TL nennt Herr Hauy den **gewöhnlichen Strahl**, und den Strahl TF den **Abweichungsstrahl**, und die Entfernung FL eines Strahls vom andern auf der untern Fläche die **Weite der Abweichung**.

Es sey nun wiederum (fig. 31.) aenb die vierseitige Durchschnittsfigur, die aus den kleinern Diagonalen der beiden Oberflächen und den zugehörigen Seitenkanten entspringt; ferner sey p ein sichtbarer Punkt, der in einer gewissen Entfernung unter dem Spathe ist, und f sey die Stelle des Auges, der Punkt p schickt gegen den Spath Strahlen in allen möglichen Richtungen. Unter allen diesen Strahlen gibt es einen wie pl, dessen Theil lt, der als gewöhnlicher Strahl anzusehen ist, nach der Brechung in t zum Auge in f nach einer Linie tf, die mit pl parallel ist, gelangt. Der Abweichungsstrahl, welcher dem einfallenden Strahle pl zugehöret,

höret, entfernet sich von der Richtung lt gegen den spitzen Winkel e zu, und da er bey seinem Austritte z. B. in z, wieder mit pl parallel wird, so geht er fürs Auge verloren.

Unter allen den andern Strahlen, die vom Punkte p ausgehen, gibt es nun einen zweyten, dessen Richtung po sich der Richtung pl so nähert, daß, wenn or der gewöhnliche Strahl für diesen zweyten Strahl ist, der Theil ou, welcher der Abweichungsstrahl ist, den Strahl lt beym Punkte k durchkreuzt, und nach seinem Austritte in u eine Richtung uf parallel mit po nimmt, und das Auge trifft. Diese Voraussetzung ist immer möglich, denn weil die Weite der Abweichung ur stets eine merkliche Länge hat, so kann man den Strahl po bey einer so kleinen Entfernung von pl, und unter einer solchen Neigung nehmen, daß von der einen Seite das Ende u dieser Weite über den Punkt t hinaus gegen den Winkel e zu liegen, und von der andern Seite der in u heraustretende Strahl gegen den Punkt f zu gerichtet sey. Es gehöret aber für die Theorie, die Entfernung und Neigung, auf welche es hier ankommt, in Beziehung auf einen gegebenen Einfallswinkel des Strahls pf zu bestimmen.

Das Auge sieht nun zwey Bilder von p, eines nach der Richtung ft, welches das gewöhnliche Bild ist, und ein anderes nach der Richtung fu, das dem stumpfen Winkel n näher liegt, und das Bild der Abweichung ist. Was den Strahl or betrifft, so kann er wegen seines Parallelismus mit po nach seinem Austritte in r das Auge nicht treffen.

Man sieht nun, warum bey dem oben erwähnten Versuche des Herrn **Monge** das Bild, das gegen die Seite des Beobachters in der Richtung fu lieget, zuerst verschwindet, weil der Strahl po, von welchem fu herrühret, wegen der Durchkreuzung der Strahlen ou und lt in k, auf der entgegengesetzten Seite liegt.

Wenn der Punkt p unmittelbar auf der Basis in bn ist, so werden die Theile ko, kl null, und der Punkt k fällt mit dem Punkt p zusammen; das Auge sieht also noch immer

mer zwey Bilder vermittelst der Strahlen kuf, ktf, die in der gehörigen Richtung sind.

Zuletzt bemerket Herr **Hauy** noch, daß die Flächen des Rhomboids eine stark reflektirende Kraft besitzen, woher es komme, daß gewisse Strahlen, die von ein und eben demselben Punkte ausgehen, von den innern Seitenflächen in solchen Richtungen zurückgeworfen werden, daß sie nach dem Austritte aus der ebenen Fläche zum Auge gelangen, und die Bilder des sichtbaren Punktes vervielfältigen.

Herr **Hauy** nimmt bey seiner Erklärung der von ihm angeführten Erscheinungen das Doppeltsehen durch den Krystall schon im voraus an, und sucht alsdann durch Hülfe der gewöhnlichen Brechungen die Lage der doppelt gebrochenen Strahlen begreiflich zu machen. Es bleibt daher das eigentlich problematische noch immer unaufgelöset, woher es nämlich komme, daß die Gegenstände durch den isländischen Krystall dem Auge doppelt erscheinen. Hierbey ist es aber wohl mehr als wahrscheinlich, daß man mit der gewöhnlichen Brechung des Lichtes nicht auskomme, sondern daß vielmehr ein Grund in der Structur des Krystalles zu liegen scheine.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** Th. II. S. 399 f.

Krystallisation, Krystallisirung (crystallisatio, crystallisation) ist eine natürliche oder künstliche Operation, vermöge welcher verschiedene Körper aus dem flüssigen Zustande in den festen so gebracht werden, daß sie durch die Verbindung ihrer Theile Körper von regelmäßiger Gestalt bilden. Bisweilen versteht man auch unter dem Worte Krystallisation die aus dieser Operation erzeugten Produkte oder die Krystalle selbst.

Die Bedingungen, unter welchen sich Körper krystallisiren lassen, sind folgende: 1. müssen sie in den Zustand der Flüssigkeit gebracht werden, um Verschiebbarkeit der Theile im hohen Grade zu erhalten, und 2. müssen sie allmählig und ohne Störung wieder erstarren, oder aus Flüssigkeit in Festig-

Festigkeit übergehen, während welches Ueberganges sich die Theile in bestimmten Richtungen an einander fügen, und so Körper von bestimmten Umrissen, wenigstens von bestimmtem Gefüge bilden. Die erste Bedingung wird bey festen Körpern entweder durchs Schmelzen, oder durchs Auflösen in andern liquiden Körpern, oder durch Verwandlung in Dampf, oder auch durch höchst feine Zertheilung in einem flüssigen Mittel erhalten, wobey aber überhaupt keine andere Art von Bewegung, wie Schütteln, Umrühren, die sich von selbst verbindenden Theile stören muß. Bey einem zu plötzlichen Uebergange haben die Theile nicht Zeit genug, sich regelmäßig an einander anzulegen, und die Bildung wird unförmlich.

Unter diesen angenommenen Bedingungen läßt sich wohl allgemein behaupten, daß alle feste Körper eine bestimmte Gestalt annehmen, um dadurch entweder gewisse bestimmte Formen im Umrisse, oder wenigstens ein bestimmtes Gefüge erhalten. In der Natur trifft man eine solche regelmäßige Gestalt an sehr vielen festen Körpern in mancherley Verschiedenheiten, und wenn bey manchen Arten diese regelmäßige Gestalt nicht angetroffen wird, so läßt sich doch schließen, daß bey ihrem Gestehen die Bedingungen fehlten, unter welchen jene Erscheinung nur Statt finden kann.

So ist das Gefrieren des Wassers eine wahre Krystallisation, besonders am Fenster. Beym langsamen Erstarren des Wassers legen sich die Theile desselben in spitzigen Nadeln an einander, welche eine Neigung von 60 bis 120 Grad gegen einander haben, und Blättchen oder Flocken bilden. M. s. **Eis, Schnee.**

Ferner nehmen auch die Metalle, der Schwefel, das Glas u. s. beym langsamen Erkalten eine gewisse bestimmte regelmäßige Gestalt an. Auch erfolget dieß bey Substanzen, deren Theile durch Wasser von einander getrennt sind, wenn das Wasser langsam verdunstet. Auf diese Weise erkläret **Macquer** die natürliche Krystallisation der Edelsteine, des

Berg-

Bergkrystalls, der Spathe u. s. f. ja sogar der Kiese und der metallischen Substanzen.

Unter allen Substanzen aber sind besonders die Salze zur Krystallisirung geneigt, und zeigen die Erscheinungen derselben am deutlichsten. Das erste und vorzüglichste Mittel, die Salze zu krystallisiren, ist das **Abdampfen**, wodurch ihnen nämlich das überflüssige Wasser, welches sie noch im flüssigen Zustande erhielt, genommen wird. Durch diese Operation verwandeln sie sich in Krystalle, oder schießen in Krystalle an. Während des Krystallisirens aber verbindet sich ein Theil des Wassers als Eis mit den Salzen, welches als ein wesentlicher Bestandtheil der Salzkrystallen anzusehen ist. Man nennt es gewöhnlich Krystallisationswasser, sollte aber richtiger Krystallisationseis genannt werden. Beraubet man den Salzkrystallen dieses feste Wasser, so verlieren sie zugleich ihre regelmäßige Gestalt und ihre Durchsichtigkeit, und zerfallen in ein zerreibliches Salz, welches jedoch alle wesentliche Eigenschaften unverändert beybehält. Einige Salze enthalten mehr Krystallisationswasser, andere weniger. Das Glaubersalz, das Mineralalkali, der Alaun, das Eisenvitriol enthalten beynahe die Hälfte ihres Gewichtes; hingegen der Salpeter und das Kochsalz enthalten nur wenig. Uebrigens werden die Krystalle desto regelmäßiger, je langsamer die Abdampfung geschiehet.

Ein anderes Mittel, Salzkrystalle zu erhalten, ist das **Abkühlen**. Es gibt nämlich Salze, welche sich im warmen Wasser weit leichter und häufiger auflösen lassen, als im kalten. Enthält nun ein siedheißes Wasser ein solches Salz bis zum Sättigungsgrade aufgelöset in sich, so muß es natürlich beym Erkalten das überflüssige Salz, welches es als kaltes Wasser nicht aufgelöset halten kann, fahren lassen. Erfolget das Abkühlen des Wassers sehr langsam, so werden auch die Krystallen desto regelmäßiger; geschieht aber das Erkalten plötzlich, so bilden sich nur kleine und unregelmäßige Salzkrystallen. So läßt sich der Salpeter am besten durchs Abkühlen krystallisiren. Es wird nämlich das Wasser nur

so

so weit abgedampfet, bis es die Siedhitze angenommen, nachher läßt man es langsam erkalten. Ist dieß geschehen, so gießt man die Salzlauge, welche noch Salpeter enthält, von den angeschossenen Krystallen ab, dampft selbige wiederum bis zur Siedhitze ab, und läßt sie dann aufs neue erkalten und so ferner.

Ein drittes Mittel, Salze zu krystallisiren, ist dieses, daß man durch Zusätze von neuen Substanzen, welche mit dem Wasser näher verwandt sind, den Salzen das zu ihrer Auflösung nöthige Wasser entziehet. Auf diese Weise lassen sich die Auflösung von Glaubersalz, Kochsalz und vitriolisirten Weinstein durch zugegossenen Weingeist sogleich zum Anschießen bringen. Die plötzliche Entstehung aber macht die Krystalle klein und unregelmäßig.

Eine jede Salzart hat eine eigene bestimmte Form von Krystallen. So gibt das Kochsalz zum Theil Würfel, zum Theil vierseitige hohle Pyramiden, welche wie Mühlentrichter auf der Spitze stehen u. s. f.

Rome' Delisle [α]) hat die Gestalten der in der Natur vorkommenden Krystallisationen gesammelt und geometrisch betrachtet. Auch kann man hierüber nachsehen die Schriften von **Bergmann** [β]), **Werner** [γ]), **Kramp** und **Bekkerhin** [δ]).

Der Herr **Abbe' Hauy** [ε]) hat sich bemühet, die Formen dieser Krystallen in ihrer Entstehung zu entdecken. Die ersten Grundgestalten verbinden sich in der bestimmten eigenthümlichen Gestalt mit einander, die beym Anwachs beständig

α) Essai de crystallographie à Paris 1772. 8. Versuch einer Krystallographie von Rome' Delisle, aus d. Franz. mit Anmerk. und Zusätz. von C. E. Weigel Greifsw. 1777. 4. Crystallographie, ou description des formes propres du regne mineral. Tom I-IV. Paris 1784. 8.

β) De formis crystallorum, praesertim e spatho ortis; in sein. opusc. physico chemicis. Vol. II. p. 1 sqq.

γ) Von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien. Leipzig, 1784. 8.

δ) Krystallographie des Mineralreichs Wien 1793 8.

ε) Essai d'une théorie sur la structure des cristaux à Paris 1784. Grens neues Journal der Physik. B. II. S. 418 f.

dig beybehalten wird. Oefters geschiehet aber der Anwachs in der Folge nach andern Gesetzen; die primitive Grundgestalt dienet alsdann zum Kern, an dessen Flächen sich neue Schichten ansetzen, und größere Krystallen von secundären Gestalten bilden. Nach Herrn **Hauy** lassen sich alle bis jetzt gefundene primitive Formen auf sechs zurückbringen, nämlich das **Parallelepipedum**, wohin der Würfel, des Rhomboid, und alle Solida gehören, welche von sechs ebenen Flächen umschlossen werden, wovon je zwey parallel sind; **das regelmäßige Tetraedrum; das regelmäßige Octaedrum; die sechsseitige Säule, das Dodecaedrum** mit gleichen und ähnlichen Rautenflächen; und das **Dodecaedrum** mit dreyseitigen gleichschenklichen Flächen.

Die Krystallen gehören zu denjenigen Körpern, die man nach bekannten Gesetzen unordentliche nennen kann. Herr Hofr. **Kästner** [a]) hat die Theorie derselben auch mit Rücksicht des Herrn **Hauy** Anwendungen in einigen Abhandlungen bearbeitet.

Uebrigens ist wohl nicht zu läugnen, daß die Krystallisation in der Natur eine Operation ist, welche die wichtigsten Erscheinungen hervorbringt. Allein man hat bis jetzt noch nicht erklären können, auf welche Art die Krystallen entstehen. Die Bedingungen, unter welchen die Krystallisation Statt findet, beweisen aber, daß die chemische Cohäsion ein Hauptgrund sey. Hieraus läßt sich auch zugleich begreifen, warum die Operation selbst nur langsam von Statten gehen müsse, wenn man recht regelmäßig geformte Krystallen haben will. Denn zu plötzliche Zurückstoßung und Anziehung würde den Theilen keine Zeit lassen, sich in regelmäßige Formen mit einander zu verbinden. Auch scheint selbst des **de la Metherie** [b]) Meinung sich darauf zu beziehen,

a) De corporibus polyedris data lege irregularibus; in comment. Goetting. Tom. VI. ad an. 1783. 1784.; und ebendas. de sectionibus solidorum, crystallorum structuram illustrantibus.

b) Theorie der Erde; a. d. Franz. übers. von Eschenbach. Leipz. 1797. 8. Th. I. S. 1.

ziehen, wenn man nur die atomistische Vorstellung, welche dieser Gelehrte dabey hatte, bey Seite setzet. Er saget nämlich, alle Erscheinungen, welche die Krystallisation darbietet, hängt von zwey Hauptursachen ab:

1. Von der ursprünglichen Gestalt der kleinsten Theile, durch deren mechanische Zusammenfügung ein jeder Krystall entstehet; von der dreyeckigen Fläche; von der rechtwinkligen Fläche; von der rhomboidalischen Fläche. Eine jede dieser Flächen kann nach ihren drey Ausdehnungen, der Länge, der Breite und Dicke verschieden seyn, und bey den dreyeckigen und rhomboidalischen Flächen können auch in Hinsicht auf die Größe ihrer Winkel Verschiedenheiten Statt finden.

2. Von der Stärke der Verwandtschaft, vermöge welcher ein Theil an den andern anhängt. Diese Verwandtschaft, die in Rücksicht auf die anziehenden Theile Statt findet, hat ohne Zweifel eine Ursache; allein die Art, auf welche sie wirkt, ist uns gänzlich unbekannt.

Nach des **de la Metherie** Meinung besitzet ein jedes Theilchen der Materie, jedes erste Körperchen, eine Gestalt, die es wegen seiner großen Härte beständig behält. Auch hat es eine eigene Kraft, die es der Analogie nach nie verliert, und unzertrennlich damit verbunden ist. Diese Kraft ist dem Theile wesentlich, und sie ist der Grund aller Wirkungen und aller Bewegungen in dem Universum. Vermöge dieser Kraft bestreben sich die Theilchen der Materie mit einander zu verbinden. Durch die Verbindung dieser ursprünglichen Theilchen werden zwey Arten von Körpern, flüssige und feste gebildet. Die Flüssigkeiten sind aus runden oder beynahe runden Theilchen zusammengesetzet; die festen hingegen bestehen aus dreyeckigen, rhomboidalischen und rechtwinkligen Theilchen; wenn aber die festen Körper durch die Wirkung des Feuers in einen flüssigen Zustand übergehen, oder in Dämpfe verwandelt werden, so nehmen ihre Theilchen eine runde Gestalt an. Es sey aber gänzlich unbekannt, wie das Feuer diese Wirkung hervorzubringen im Stande sey. Diese beiden Arten von Körpern bilden nun die Wesen, die man gewöhn-

gewöhnlich die Elemente zu nennen pfleget, wohin das Feuer, die Luft, das Licht, das Wasser und die Erde gehören. Diese Elemente selbst behalten ihre Wirksamkeit, und besitzen eine eigenthümliche Kraft, vermöge welcher sie sich gleichfalls unter einander vereinigen und sich den Gesetzen der Verwandtschaften, die sich in Rücksicht der anziehenden Theilchen äußern, gemäß an einander anhängen. Die Gestalt der Theilchen derjenigen von diesen Elementen, die fähig sind, sich zu krystallisiren, zu welchen das Wasser gehöret, muß entweder dreyeckig, oder rhomboidalisch, oder rechtwinklig seyn. Indessen werden diese Theilchen, indem sie in den Zustand der Flüssigkeit übergehen, durch ihre Verbindung mit dem Feuer eine runde Gestalt annehmen. Alle Theilchen der nicht unter einander verbundenen Materien, und alle Elemente, die aus denselben gebildet, und in dem Weltraume verbreitet sind, werden wechselsweise auf einander wirken, sich bald mit einander vereinigen, und bald darauf wieder von einander entfernen, und sich wieder aufs neue mit einander verbinden, so daß diese Wirkungen endlich eine allgemeine Krystallisation der ganzen existirenden Materie zur Folge haben werden. Es erhellet daraus, daß nach de la Metherie Meinung allen Theilen der Materie wesentliche Kraft zukommt, sich mit einander zu vereinigen, und daß vorzüglich diese in Verbindung mit den Grundformen der Theilchen die Ursache der Krystallisation sey. Es ist aber klar, daß keine neue Verbindung der Theile eines Körpers erfolgen kann, wenn nicht eine Zurückstoßung derselben vorhergegangen ist, und daraus erhellet, daß der Körper, welcher krystallisiret werden soll, vorher in einen flüssigen Zustand versetzet werden müsse. Erfolget nun das Abstoßen der Theile und die nachherige Verbindung nicht so schnell, so haben die Theilchen Zeit genug, sich regelmäßig an einander zu legen, und auf diese Weise die Krystalle zu bilden, welche bey verschiedenen Körpern auch verschiedentlich ausfallen müssen, wegen der verschiedenen qualitativen abstoßenden und anziehenden Kraft, die den neuen Körper erzeugen.

Krystallinse s. Auge.
Kuchen des Elektrophors s. Elektrophor.
Küchenfeuer s. Wärmestoff.
Küchensalz s. Salze.
Küchensalzsäure s. Salzsäure.
Küssen der Elektrisirmaschine s. Reibzeug.
Kugeln der Elektrisirmaschinen s. Elektrisirmaschine.
Kugelspiegel s. Spiegel.

Kupfer (cuprum, aes cyprium, cuivre) ist ein unedles Metall von einer rothen Farbe, die aber nach der verschiedenen Reinigkeit auch verschieden ist. Sein specifisches Gewicht ist nach **Bergmann** 8,876, beym japanischen Kupfer ist es bis 9,000 in Vergleichung mit dem specifischen Gewichte des Wassers = 1. Es ist dieses Metall sehr dehnbar, und läßt sich zu sehr feinem Drahte ziehen, und zu sehr dünnen Blättern schlagen. Auch seine absolute Festigkeit ist sehr groß; nach **Musschenbroek** trägt ein Kupferdraht von $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser ein Gewicht von 299$\frac{1}{4}$ Pfund; nach des Herrn Grafen **von Sickingen** genauern Versuchen zerriß ein Kupferdraht von 0,3 Linien Dicke und zwey Fuß Länge von 33 Pfund 7 Quentchen und 64 Grän. Es ist daher die Festigkeit nach letzterem größer als die des Goldes und Silbers, nach ersterem aber geringer. Auch ist es härter, elastischer, und daher klingender, als das Silber. Sein Bruch ist hakig. Wenn es gerieben und erhitzet wird, hat es einen merklichen und widrigen Geruch und Geschmack.

Es ist sehr strengflüssig, und erfordert zum Schmelzen eine Hitze, die sich nach **Mortimer** auf 1450 Grade nach Fahrenheit schätzen läßt. Ehe es aber schmelzt, wird es bey einer stuffenweise und allmähligen Erhitzung auf seiner Oberfläche mit mancherley bunten Farben des Regenbogens überzogen. Wird es bis zum Glühen erhitzt, und beym Zugange der Luft eine Zeitlang darin erhalten, so wird es, auch ehe es schmelzt, mit einem schwarzbraunen schuppigen Kalke überzogen, welcher sich durchs Hämmern oder durchs Ab-

löschen im kalten Wasser davon trennen läßt, und **Kupferhammerschlag**, auch wohl **Kupferasche** (cinis aeris, aes vstum, squama aeris) genannt wird. Er ist ein unvollkommener Kupferkalk, und schwerer als das Kupfer selbst zu schmelzen. Wird dieser Hammerschlag unter einer Muffel beym Zugange der Luft gebrannt, so wird er vollkommener Kalk von dunkel rothbrauner Farbe.

Im Schmelzen brennt das Kupfer beym Zugange der Luft mit einer schönen grünen und blauen Farbe und einem Rauche, der einen grün grauen lockern Kalk, wie Blumen, absetzet, und **Kupferblumen** heißt. Diese Blumen sind feuerbeständig, und schmelzen auch zu Glas.

Die vereinigten Wirkungen der respirabeln Luft und des Wassers verwandeln das Kupfer auf der Oberfläche ebenfalls in einen grünen Kalk oder **Kupferrost**, welchen man im gemeinen Leben auch wohl **Grünspan** nennt.

Das regulinische Kupfer löset sich in allen Säuren auf, und die Auflösungen erhalten entweder eine grüne oder blaue Farbe. Aus der Auflösung in Schwefelsäure, welche concentrirt seyn und von der Hitze unterstützet seyn muß, wenn jene von Statten gehen soll, erhält man durchs Abdampfen und Abkühlen ein Mittelsalz in blauen Krystallen, welches **blauer Vitriol, cyprischer Vitriol** oder auch **Kupfervitriol** (vitriolum caeruleum, cyprium veneris, cuprum vitriolatum) genannt wird. Die Salpetersäure löset selbst in der Kälte das Kupfer mit Heftigkeit und unter Erhitzung auf. Dabey entwickelt sich viel Salpetergas. Diese Auflösung gibt nach schnellem Abdampfen eine an der Luft zerfließende unförmliche Salzmasse, das **salpetersaure Kupfer** (cuprum nitricum, nitras cupri, nitrate de cuivre). Wird aber die Auflösung dieses salpetersauren Kupfers mit Vorsicht abgedunstet und abgekühlt, so erhält man daraus dünne Krystalle, welche nach **Fourcroy** sechsseitig, prismatisch und unregelmäßig abgestumpft sind, und divergirende Büschel bilden. Diese Krystalle sind von Farbe glänzend blau, von Geschmack ätzend, ziehen Feuchtigkeit

an, und lösen sich im Wasser und Weingeiste auf. Durch die Salzsäure wird das Kupfer nur schwach aufgelöset, und zwar am besten in der Hitze, und wenn sie concentriret ist. Die Auflösung ist zuerst braun, und wird grün, wenn man sie mit Wasser verdünnt. Aus dieser Auflösung erhält man durchs Abrauchen nadelförmige Krystalle, welche gewöhnlich an der Luft zerfließbar sind. Auch die Pflanzensäuren verbinden sich leicht mit dem Kupfer. Durch Hülfe der Essigsäure erhält man den so genannten **Grünspan** oder das **Spangrün** (aerugo, aes viride, viride aeris). Löset man diesen in concentrirter Essigsäure auf, und dampft diese Auflösung ab, so bekommt man nach der Abkühlung schöne dunkelgrüne Krystalle, die gewöhnlich **destillirter Grünspan**, **gereinigter** oder **crystallisirter Grünspan** genannt werden. Durch die Destillation kann man aus diesen eine äußerst concentrirte Essigsäure gewinnen, der man den Nahmen **Kupferspiritus** auch wohl **radikalen Essig** gegeben.

Aus allen Auflösungen des Kupfers in Säuren wird dasselbe durch die Alkalien und alkalischen Erden bläulich weiß niedergeschlagen; diese Niederschläge aber erlangen beym Trocknen eine grüne Farbe.

Auch lösen die Laugensalze das Kupfer auf, aber nur beym Zutritt der freyen Luft, und die Auflösungen erhalten eine blaue Farbe. Die Auflösung des Kupfers mit dem Ammoniak gibt hierbey ein besonderes Phänomen. Fülle man nämlich eine gläserne Flasche mit eingeriebenem Stöpsel ganz mit ätzendem Salmiakgeiste an, thut etwas Kupferfeile hinzu, und verschließet sogleich genau die Flasche, daß keine Luft mit eingeschlossen ist, so geht keine Auflösung vor sich. Ist aber über der Flüssigkeit etwas wenig Luft, oder es wird die Flasche einige Zeit geöffnet, und dann wieder verschlossen, so erfolget eine Auflösung, welche ganz farbenlos ist, aber so bald der Stöpsel aufgemacht ist, von der Oberfläche an ganz blau gefärbet wird. Thut man alsdann wieder frische Kupferfeile hinzu, und verschließt sogleich die Oeffnung wieder,

der, so verlieret die Solution nach einiger Zeit ihre blaue Farbe wieder, und wird ungefärbt, kömmt aber beym Zugang der Luft wieder u. s. f. Dieses Phänomen wird so erkläret. Das Kupfer löset sich als solches im Ammoniak gar nicht auf, wohl aber wenn es Sauerstoff aus der respirabeln Luft aufgenommen hat. Wird nun das Kupfer nur so schwach verkalkt, als gerade zur Auflösung nöthig ist, so ist die Auflösung farbenlos: wird aber das Kupfer noch stärker verkalkt, so wird nun die Auflösung blau. Diese Farbe wird durch zugesetztes Kupfer der Auflösung dadurch benommen, daß es den stärker verkalkten Kupfer wieder Sauerstoff entzieht, mithin die Auflösung ungefärbt macht, wenn die Flasche verstopft bleibt. Diese Auflösung des Kupfers im Ammoniak gibt sehr dunkle und schöne blaue Krystalle, welche sich an der freyen Luft in ein helleres Grün verwandeln, und **flüchtiges Kupfersalz** heißen.

Auch die Oele und Fette lösen das Kupfer auf, und werden davon grün gefärbt.

Der Schwefel zeiget eine große Wirkung gegen das Kupfer, macht es schmelzbarer, und bringt es in einen erzartigen kiesichten Zustand.

Das Kupfer verbindet sich mit allen metallischen und salzigen Substanzen, und wurde daher von den Alchymisten mit dem Nahmen **Venus** (meretrix metallorum) beleget. Mit andern Metallen verbunden gibt es im gemeinen Leben sehr nützliche und brauchbare Compositionen. So wird es gebrauchet zum **Legiren**, zum **Tomback**, zum **Semilor**, **Messing**, **Glockenspeise** u. d. g. Auch bedienet man sich der Kupferkalke zur Porzellan- und Emailmahlerey, und die Niederschläge mit alkalischen Erden zur Bereitung einiger Mahlerfarben.

Das Kupfer wird oft, doch aber nicht so häufig, als das Silber, gediegen in Gestalt von Blättchen und Bäumchen gefunden. Häufiger findet man es verkalkt und vererzt, im Rothkupfererz, Ziegelerz, Kupferlasur, Malachit, Kupfergrün, eisenschüssig Kupfergrün, Kupferglas, Bunt-Kupfererz,

Kupferkies, Weiß-Kupfererz, Fahlerz, Kupferschwärze, Olivenerz, Kupfervitriol. In Ansehung der Farben sind die Kupfererze verschieden, besitzen aber gewöhnlich ein güldisches Ansehen, woran sie sehr leicht zu erkennen sind.

M. s. **Gren** Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2682 f.

Kurzsichtig s. Auge.

Kyanometer, Cyanometer (cyanometrum, cyanométre) ist eine von Herrn **de Saussüre** angegebene Vorrichtung, um den Grad oder Nüance der blauen Farbe des Himmels bestimmt anzugeben. Der Nahme Kyanometer leitet sich von dem griechischen Worte *κύανος*, welches den Sapphir und andere blaue Steine, die blaue Kornblume, oft auch die blaue Farbe selbst bedeutet; folglich Kyanometer eben so viel sagen will, als das Maß der Bläue.

Nach dem Herrn **de Saussüre** rühren die verschiedenen Nüancen der blauen Farbe des Himmels vom dunkelsten bis zum blässesten Blau vorzüglich von den undurchsichtigen Dünsten, welche in der Luft noch nicht aufgelöset sind, her. Daher erscheinet das Blau des Himmels auf den Bergen gewöhnlich desto dunkeler, je höher sie sind, desto blässer aber je niedriger sie liegen. Dieß veranlaßte den Herrn **de Saussüre**, ein Mittel zu entdecken, wodurch man eine Reihe von gleichen Gradationen, oder Nüancen erlangte, welche vom Weiß, oder von der gänzlichen Abwesenheit des Blauen, bis zum möglichst dunkelen Blau und selbst bis zum Schwarz ganz bestimmt wären. Zuerst verfiel er auf den Gedanken, ein gewisses blaues Pigment mit verschiedenen Quantitäten Wassers, welche in einem bestimmten Verhältnisse zunahmen, oder mit Weiß zergehen zu lassen; allein es ward schwer, auf diese Weise die Intensität des angenommenen Blau gehörig zu bestimmen, und überdieß bekam er keine verhältnißmäßige Folge, indem die Abnahme der Tinten nicht mehr in demselben Verhältnisse erfolgte, sobald man über einen gewissen Grad der Verdünnung hinauskam. Zuletzt schien sich der Unterschied der Tiefe oder Höhe zweyer

zweyer Nüancen nicht besser bestimmen zu lassen, als durch die Entfernung, in welcher man sie nicht weiter von einander unterscheiden konnte. Diese Entfernung ist jedoch bey verschiedenen Personen nach der Güte des Auges und nach der Stärke des Lichtes, welches die Farben hell machet, verschieden. Dieserwegen nimmt der Herr de Saussüre zu dieser Entfernung keine bestimmte Größe, sondern eine Distanz an, bey welcher das Auge des Beobachters einen schwarzen Kreis von bestimmter Größe auf einem weißen Grunde nicht mehr unterscheiden kann. Wird nun dieser Kreis den Farbennüancen unter derselben Beleuchtung zur Seite gestellet, so gibt seine Größe, wenn er in derselben Entfernung verschwindet, in welcher auch der Unterschied der beyden Farben verschwindet, ein Maß der Verschiedenheit dieser Farben. Je größer demnach ein Kreis zu dieser Absicht erfordert wird, desto größer ist der Unterschied der Farben, und umgekehrt.

Herr de Saussüre nahm einen schwarzen Kreis von 1¾ Linien Durchmesser zum Maßstabe an. Die Null der Skale in der Stufenfolge der Farben, oder die gänzliche Abwesenheit der blauen Farbe, zeiget er durch einen Streifen von weißem Papiere an; das schwächste Blau oder Num. 1. ist ein Papierstreifen, welcher sehr schwach mit einem blassen Blau gefärbet ist, so daß man dasselbe in einer Distanz, in welcher der schwarze Kreis nicht mehr bemerket wird, vom Weiß nicht mehr unterscheiden kann, daß aber doch der Augenblick noch bemerkbar ist, wenn man sich wieder nähert, oder den Kreis wieder zu sehen anfängt. Auf eben diese Art ist die Nüance Num. 2. durch Vergleichung mit Num. 1. und Num. 3. durch Vergleichung mit Num. 2. u. s. w. bestimmt worden. So gehet es vom hellen zum dunkelern stufenweise fort bis zum dunkelsten Blau, welches Berlinerblau von der besten Beschaffenheit klar gerieben und mit Gummiwasser angemacht geben kann. Um nun den andern Endpunkt der Skale zu erhalten, mischte er Beinschwarz mit dem Blau immer in stärkern Quantitäten, und ging so bis zum

ganz reinen Schwarz fort. Auf solche Art erhielt er, den Kreis von $1\frac{3}{4}$ Linien Durchmesser zum Maßstabe angenommen, zwischen Weiß und Schwarz 51 Nüancen, welches 53 Tinten gibt, wenn man dazu die beyden Extreme rechnet. Wenn man einen Kreis von größerem Durchmesser als Maßstab annimmt, so wird die Anzahl der Nüancen geringer, lassen sich aber leichter von einander unterscheiden, als beym erstern Falle. Ein jeder Beobachter muß die Größe seines Kreises, und die Anzahl der Nüancen merken, welche er zwischen Weiß und Schwarz erhalten hat, alsdann lassen sich alle Beobachtungen so mit einander vergleichen, wie man sie an Thermometern von verschiedenen Skalen vergleichet, wenn die Anzahl der Grade des Fundamentalabstandes bekannt ist.

Von allen diesen mit den verschiedenen Nüancen von Blau gefärbten Papieren werden gleich große Stücken vom Schwächsten bis zum Dunkelsten auf dem Rande einer Scheibe von weißer Pappe herum geklebet. Diese Pappe ist eben das **Kyanometer.**

Wenn man es gebrauchen will, so stellt man es an einem freyen Orte, wo die Farben durch ein starkes Tageslicht vollkommen hell gemacht werden, zwischen den Himmel und das Auge, und sucht die Nüance welche mit dem Blau des Himmels übereinstimmet. Zu bemerken ist, daß die Beobachtung nicht an den Sonnenstrahlen gemacht werde, sondern daß man vielmehr eine solche Stellung habe, damit die Farben vollkommen erleuchtet und im Schatten sind. Auch auf die Stellung der Sonne muß Rücksicht genommen werden, weil der Himmel gerade unter der Sonne dunstiger, mithin sein Blau schwächer, als auf der entgegengesetzten Seite ist.

Der Herr **de Saussüre** und sein Sohn betrachteten im Jahre 1788 den Himmel auf dem Col dû Geant, 1763 Toisen über der Meeresfläche, während die Herrn **Sennebier** und **Pictet** in Genf, und Herr **l'Eveque** in Chamouny zu gleicher Zeit Beobachtungen anstellten. Auf dem Berge war die

am

am Zenith früh um 4 Uhr zwischen 15 und 16, stieg bis 6 Uhr auf 27, bis 10 Uhr auf 31, erhielt sich bey diesem Größten bis 2 Uhr, nahm bis 4 Uhr auf 24, bis 6 Uhr auf 18½, bis 8 Uhr auf 5½ ab. Zu Chamouny war früh um 4 Uhr die Farbe 14½, stieg langsam bis 11 Uhr auf 18 bis 19; erhielt sich hiebey bis Abends 6 Uhr, und nahm bis 8 Uhr auf 16 ab. Zu Genf kam sie früh von 6 bis 8 Uhr von 15 bis 21, stieg um 10 Uhr bis auf 22½ und fiel von 4 Uhr bis 6 Uhr von 20 auf 16. Das dunkelste Blau des Himmels war auf dem Berge 37, zu Chamouny 27 und zu Genf 26½. Hierdurch bestätiget es sich, daß es am Zenith eines Thales mehr Dünste als am Zenith einer Ebene gibt, weil sie sich dort nicht allein vom Boden des Thals, sondern auch von den umgebenden Bergen zur Seite erheben.

Im Jahre 1787 fand der Herr **de Saussüre** den Himmel auf dem Montblank von einer Farbe, welche mit Num. 39. des Kyanometers zusammenstimmte. Diese dunkele Farbe rührt von der großen Dünne und Durchsichtigkeit der Luft her, welche nicht verstattet, viel Strahlen zu reflektiren. Herr **de Saussüre** schätzt die wahre Farbe der Luft um 34, welches Blau sehr lebhaft, und ohne Beymischung von Schwarz ist.

Am Horizonte wurde die Farbe beständig sehr blaß gefunden, am dunkelsten noch zu Mittage. Auf dem Geant kam sie früh von 4 Uhr bis Mittag von 4½ auf 11½, und nahm gegen Abend so ab, daß man um 8 Uhr gar keine blaue Farbe mehr wahrnehmen konnte, sondern der Himmel ganz roth oder gelblich schien. Die Veränderungen waren zu Chamouny weit unbeträchtlicher, indem die Farbe von 4 Uhr früh bis Mittag von 5½ auf 9 kam, und bis 8 Uhr Abends wieder auf 5 abnahm. Zu Chamouny kann man aber den eigentlichen Horizont nicht sehen, weil die Berge 4 bis 5 Grad davon bedecken, da man im Gegentheil auf dem Geant tiefer in die Region der Dünste hinabsieht.

Folgende Tabelle zeigt die Veränderungen der Farben vom Horizonte an bis zum Zenith:

Höhen

Höhen	Farben		
	Geant 15. Jul.	Geant 17. Jul.	Genf 21. April 1790.
0 Grad	11	—	4
10	20	18	9
20	31	20	13
30	34	29	15½
40	37	32	17½
50	37	33	19
60 bis 90	37	34	20

Auf dem Berge ist die Folge sehr unregelmäßig, weil in einem so abwechselnden Lande, wie um den Col dû Geant, die Vertheilung der Dünste nicht anders als sehr ungleichförmig seyn kann, dahingegen weit mehr Regelmäßigkeit in der gleichförmigen Pläne um Genf Statt findet.

Uebrigens ist es leicht einzusehen, daß mit dieser Geräthschaft überhaupt keine große Genauigkeit zu hoffen ist, weil man schwerlich wird behaupten können, daß das Auge ein gleiches Vermögen besitzet, kleine Objekte in der Entfernung wahrzunehmen, und schwach nüancirte Farben gehörig von einander zu unterscheiden.

M. s. Beschreibung eines Kyanometers oder eines Apparats zur Messung der Intensität der blauen Farbe des Himmels von Herrn **de Saussüre** aus dem Journal de physique. Mars 1791. p. 199.; übers. in **Grens** Journal der Physik, B. VI. S. 93. u. f.

L.

Ladung, elektrische s. Flasche, geladene.

Länge der Gestirne (longitudo astrorum, longitude des astres) ist der Bogen der Ekliptik (fig. 32.) o l von dem Frühlingspunkte o bis an die Stelle l, woselbst der Breitenkreis q h l des Sternes h die Ekliptik schneidet, gerechnet. Die Grade der Ekliptik zählet man vom Frühlingspunkte aus von Abend gegen Morgen oder nach der Folge der Zeichen um den Himmel herum fort, mithin die Länge eines Sternes nahe an 360° haben kann. Gewöhnlich

lich wird aber die Länge eines Sternes so angegeben, daß man sich dabey der Zeichen, in welche die Ekliptik eingetheilet wird, jedes zu 30° gerechnet, bedient. Wenn z. B. die Länge eines Sternes 344 Grad beträgt, so drückt man sie durch 11^z 14°, oder weil am Ende des 11ten Zeichens das Zeichen der Fische ♓ anfängt, durch 14° ♓ aus.

Die Lage eines Sternes ist völlig bestimmt, wenn die Breite h l und die Länge o l desselben bekannt ist. Es ist daher für die Astronomie wichtig, die Längen der Sterne genau zu kennen.

Von den Alten wurden die Längen der Sterne durch Hülfe der Zodiakalarmillen aus unmittelbaren Beobachtungen gesuchet. Da es aber schwer fiel, diese Ringe beständig in der Stellung der Ekliptik zu erhalten, deren Lage sich am Himmel jeden Augenblick ändert, so änderte man diese Methode bald ab, und beobachtete vermittelst der Aequatorialarmillen die gerade Aufsteigung und Abweichung der Sterne, aus welchen man die Längen berechnete. Da aber in den neuern Zeiten weit bessere Methoden zur Beobachtung der geraden Aufsteigung und Abweichung der Sterne bekannt wurden, so hat man die Längen derselben aus den beobachteten Rectascensionen und Abweichungen berechnet. Auf diese Art sind die Längen der meisten Fixsterne gefunden, und in Verzeichnisse gebracht worden. M. s. **Fixsternverzeichnisse.** Die Längen der Sterne erleiden wegen des Vorrückens der Nachtgleichen eine Veränderung, indem sie jährlich um 50,3″ zunehmen.

Die Länge der Sonne o ſ oder ihre Stelle in der Ekliptik wird, wenn ihre Declination ſ b durch Beobachtung ist gefunden worden, leicht berechnet. Man hat nämlich in dem sphärischen rechtwinkligen Dreyecke ſ o b außer dem rechten Winkel bey b auch den Winkel o als die Schiefe der Ekliptik und die Seite ſ b; mithin findet man nach der Proportion

$$\sin.\ \text{ſob} : \sin.\ \text{ſb} = \sin.\ \text{tot} : \sin.\ \text{oſ}$$

$$\text{den}\ \sin.\ \text{Länge} = \frac{\sin.\ \text{Abweichung}}{\sin.\ \text{Schiefe der Ekliptik.}}$$

Es

Es bleibt hier aber zweydeutig, ob die Länge mehr oder weniger als 90° betrage, und ob negative oder südliche Abweichungen Längen über 180° anzeigen, welche mehr oder weniger als 270° betragen können. Daher muß es aus andern Umständen bekannt seyn, in welchen Quadranten ihrer Bahn die Sonne sich befindet.

Auch aus der geraden Aufsteigung der Sonne o b kann die Länge o ſ nach folgender Proportion gefunden werden:

$$\text{sin. tot} : \text{cos. } \mathfrak{f}\, o\, b = \text{cot. } o\, b : \text{cot. } o\, \mathfrak{f}, \text{ mithin}$$

$$\text{cot. Länge} = \frac{\text{cos. Schiefe Ekliptik}}{\text{cot. gerade Aufst.}}$$

In den astronomischen Kalendern findet man ebenfalls den Ort der Sonne für den Mittag eines jeden Tages angegeben.

Bey den Planeten unterscheidet man noch die geocentrische Länge von der heliocentrischen, wovon man nachsehen kann, **geocentrisch** und **heliocentrisch**.

Länge, geographische der Orte (longitudo locorum geographica, longitude des lieux de la terre). Unter der **Länge** des Ortes l (fig. 33.) versteht man einen Bogen des Aequators der Erde a d, welcher zwischen dem Anfange des Aequators a und dem Mittagskreise p l q des Ortes l enthalten ist. Diesen Bogen druckt man in Graden, Minuten u. s. f. des Aequators aus, die vom Anfange a an gegen Morgen fortgezählet werden. Es erhellet daraus, daß die Länge eines Ortes gegen 360 Grade betragen kann.

Da es an sich willkürlich ist, einen jeden Punkt des Aequators für den Anfang anzunehmen, so hat man auch diesen Punkt a von verschiedenen sehr verschiedentlich gewählet. Am gewöhnlichsten ist es, diesen Punkt gerade 20 Grad vom Meridian der königlichen pariser Sternwarte gegen Abend zu setzen. Der Meridian durch diesen Punkt gelegt wird der erste **Meridian** oder **Mittagskreis** genannt, von welchem also gewöhnlich die Grade, Minuten u. s. f. des Aequators

tors von Abend gegen Morgen um die ganze Erde herum gezählet werden. Gesetzt also, es bedeute l den Ort der pariser Sternwarte, und a b genau 20 Grade gegen Westen, so zeiget die Figur die gewöhnliche Lage des Anfangspunktes a an.

Alle Orte, welche auf der Erdfläche in einerley Mittagskreise liegen, haben auch gleiche Länge und zugleich Mittag. Ihre Lagen auf der Erde werden aber nicht allein durch die Längen, sondern zugleich mit den Breiten genau bestimmt (M. s. **Breite, geographische**). Auf der richtigen Bestimmung der Breiten und Längen der Oerter beruhet daher die ganze Geographie und die Verzeichnung der Landkarten. Die Länge der Oerter läßt sich aber nicht so leicht, als ihre Breite, finden. So viele Bemühungen sich auch die größten Mathematiker gegeben haben, um Methoden zur genauen Bestimmung der Längen der Oerter aufzufinden, so ist es doch noch weit gefehlet, hierin etwas Vollkommenes geleistet zu haben.

Die Schwierigkeiten, welche sich hierbey vorfinden, sind nicht etwa auf den unbestimmten Anfangspunkt a zu setzen, indem dieser, wo man will angenommen werden kann. Es kommt gar nicht darauf an, die absolute Länge des Ortes m oder a c zu suchen, sondern nur den Unterschied der Längen zweyer Oerter m und l oder den Bogen b c zu bestimmen, der zwischen den Mittagskreisen p m c q und p l b q liegt, und der **Unterschied der Meridiane in Graden** (differentia meridianorum in gradibus) heißt. Hat man ein Mahl diesen Unterschied genau gefunden, so ist es alsdann leicht, die absoluten Längen der Oerter bestimmt anzugeben.

Da die Sonne den Himmel in einem mit dem Aequator parallelen Kreise von Morgen gegen Abend in einem Tage mit gleichförmiger Bewegung zu umlaufen scheinet, so müssen daher die mehr östlichen Länder die Sonne früher durch ihren Meridian gehen sehen, als die mehr westlichen, und zwar um desto früher, je weiter die Meridiane der Oerter von einander entfernet liegen. So kömmt also die Sonne eher in den Mittagskreis p m c q des Ortes m, als in den

mehr

mehr westlichen p l b q des Ortes l. In dem Meridiane p d q erscheinet sie 12 Stunden früher als in dem Meridiane p a q, und der Unterschied beider Meridiane beträgt hierbey gerade 180 Grade. Hält demnach der Bogen b c des Erdäquators 15 Grade, so kömmt die Sonne in den Mittagskreis p m q des Ortes m um eine Stunde früher, als in den Mittagskreis p l q des Ortes l, mithin hat der Ort l eine Stunde später Mittag als der Ort m. Ueberhaupt verhält sich die Zeit, welche zwischen den Augenblicken verfließet, da beide Oerter m und l Mittag haben, zu 24 Stunden Sonnenzeit, wie der Bogen b c in Graden gemessen zu 360 Graden. Es gibt demnach die Zeit, um welche der Mittag eines Ortes früher als der eines andern einfällt, den Unterschied der Meridiane in Graden, und heißt daher der **Unterschied der Mittagskreise in Zeit** (differentia meridianorum in tempore). Es ist hieraus klar, daß die Aufgabe von Erfindung der Länge bloß darauf ankommt, daß man aus der bekannten Zeit eines Ortes die Zeit in demselben Augenblicke eines andern Ortes finden könne. Der Unterschied beider Zeiten in Graden verwandelt bestimmt den Unterschied der Längen beyder Oerter. Die größte Schwierigkeit, welche sich bey der Auflösung dieser Aufgabe zeigt, liegt bloß in der Findung eines Merkmahls, woran sich gleichzeitige Augenblicke an entlegenen Orten der Erde wahrnehmen lassen.

Die vorzüglichsten Mittel, die Längen besonders von einander entlegener Oerter zu finden, sind diese Himmelsbegebenheiten: Sonnen- und Mondfinsternisse, Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde, Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, und die Durchgänge der Venus und des Merkurs vor der Sonnenscheibe. Es sind zwar diese Begebenheiten nicht jedem Orte in demselben Augenblicke sichtbar; allein sie können durch Rechnung auf diejenigen Zeiten gebracht werden, in welchen man sie vom Mittelpunkte der Erde aus in Zeit eines jeden Ortes beobachtet haben würde. Alle diese Mittel aber sind verschiedenen Schwierigkeiten ausgesetzet, welche in den Bestimmungen Ungewißheiten zurück-

lassen.

lassen. Auf dem festen Lande sind vorzüglich die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten zur Findung des Meridianunterschiedes sehr brauchbar, wie denn auch seit ihrer Entdeckung die Längen vieler Städte berichtiget und die Landkarten sehr verbessert worden. Der Ein- und Austritt derselben in und aus dem Schatten des Jupiters wird für alle Erdbewohner in gleichen Augenblicken, und nur nach dem Unterschiede ihrer Meridiane in verschiedenen Stunden gesehen. Außerdem lassen sich die Verfinsterungen oft bemerken, indem monathlich unterschiedliche über dem Horizont sichtbar einfallen. Dessen ungeachtet lehren die Verzeichnisse, worin die gefundenen Längen mehrerer Orte der Erde sind eingetragen worden, wie viele Unvollkommenheiten hier noch Statt finden.

Noch viel größere Schwierigkeiten zeigen sich bey der Erfindung der **Länge zur See** oder der **Meereslänge** (longitudo maris s. maritima, longitude en mer). Auf die Auflösung dieser so wichtigen Aufgabe sind in Spanien, Holland, Frankreich und England sehr ansehnliche Preise gesetzet worden. In England wurden durch eine Parlamentsakte vom Jahre 1714. demjenigen 10000, 15000 und 20000 Pfund Sterling versprochen, welcher die Meereslänge bis auf einen, zwey Drittel und einen halben Grad zu finden Mittel angeben könnte, und zur Beurtheilung der eingereichten Vorschläge beständige Commissarien ernannt. Hiernach sind verschiedene zur Erfindung der Längen auf der See dienliche Methoden vorgeschlagen worden; allein es hat auch noch keine allen hierbey vorkommenden Bedingungen ein völliges Genüge geleistet.

Sonnen- und Mondsinsterniße, Bedeckungen der Fixsterne und Planeten vom Monde, und Durchgänge durch die Sonnenscheibe erfolgen viel zu selten, als daß sie der Schiffer als Mittel gebrauchen könnte, die Länge seines Ortes, die er so nothwendig wissen muß, zu finden. Die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten geschehen zwar öfters, allein sie setzen entweder eine gleichzeitige Beobachtung an einem andern Orte, oder richtige Tafeln voraus, aus welchen

die Zeit ihrer Erscheinung für einen gewissen Ort eben so genau berechnet werden kann, als ob sie daselbst wirklich beobachtet worden wäre. Die wargentinischen Tafeln aber lassen für die drey letzten Trabanten immer noch eine Ungewißheit von einer Minute Zeit zurück; auch ist Jupiter selbst jährlich fast zwey Monathe unter den Sonnenstrahlen verborgen. Ueberdieß erscheinet Jupiter wegen den Schwankungen des Schiffs in steter Bewegung, wodurch das Beobachten durch Fernröhre fast unmöglich gemacht wird. Zwar hatte **Irwin** einen so genannten Seestuhl erfunden, welcher im Schiff dergestalt aufgehängt wird, daß der darauf sitzende Beobachter wenig von den Schwankungen des Schiffs empfinden soll, und den zu beobachtenden Himmelskörper ruhig erhalten könne. Allein **Maskelyne** fand diesen Stuhl auf seiner Reise nach Barbados unbrauchbar. Eben so verhielt es sich mit einer vom Abbé **Rochon** angegebenen Vorrichtung, wodurch man den Jupiter sogleich wieder in das Gesichtsfeld des Fernrohrs zu bringen im Stande seyn sollte, wenn ihn das Schwanken des Schiffs daraus gebracht hätte.

Wegen dieser Schwierigkeiten, die Längen zur See durch astronomische Beobachtungen an den verschiedenen Himmelsbegebenheiten zu bestimmen, verfiel man auf den Gedanken, den bereits **Gemma Frisius** um das Jahr 1530 gehabt hatte, die Länge durch **Uhren** oder **Zeitmesser, Chronometer** zu finden. Wenn man nämlich eine völlig gleichförmig gehende Uhr bey der Abreise des Schiffs aus einem Hafen auf die mittlere Zeit desselben stellte, so würde sie an allen Orten auf der See mittlere Zeit dieses Hafens anzeigen, aus welcher man die wahre Zeit desselben leicht finden kann. M. s. **Gleichung der Zeit.** Alsdann würde auf der See eine leichte astronomische Beobachtung, z. B. der Sonnenhöhe oder der Sternhöhe u. s. f. nöthig seyn, woraus die wahre Zeit des Ortes gefunden werden kann; der Unterschied der Zeit würde nun den Unterschied der Längen geben. Bey der ehemahligen Unvollkommenheit der Uhren konnte dieß freylich nicht in Ausübung gebracht werden, und

selbst **Huygens** Versuche mit Pendeluhren im Jahre 1669 brachten die auf der See gemachten Hoffnungen nicht in Erfüllung. Die Kunst, Uhren zu verfertigen, stieg aber bald so hoch, daß man schon vom Jahre 1726 an erwarten konnte. Seeuhren von großer Vollkommenheit zu erhalten. Um diese Zeit brachte **Heinrich Sully**, ein geborner Engländer, der sich in Frankreich aufhielt, die erste Seeuhr zu Stande, starb aber zu Bourdeaux, noch ehe er sie prüfen konnte. Diesem folgte der Engländer **John Harrison**, ein Zimmermann, welcher im Jahre 1736 eine Seeuhr verfertigte, die er **Zeithalter** nannte. Sie wurde auf einer Reise nach Lissabon geprüft, und der Capitain **Roger Wills** gab ihr ein vortheilhaftes Zeugniß. Dieser Künstler fuhr fort, diese Uhren noch mehr zu verbessern, und im Jahre 1761 unternahm sein Sohn **William Harrison** mit einer neuen Seeuhr eine Reise nach Jamaica. Diese Reise dauerte 81 Tage, und man fand die Abweichung der Uhr auf der Hinreise nur 5 Sekunden, auf der Rückreise 1 Minute 54 Sekunden, welches im Bogen des Aequators nicht mehr als 29′ 45″, mithin noch nicht ½ Grad Fehler gibt. **Harrison** machte daher auf den ausgesetzten Preis von 20000 Pfund Anspruch; allein die Commission verwilligte ihn nur 2500 Pfund, und versprach ihm das übrige nach einer andern damit angestellten Probe. Diese erfolgte im Jahre 1764 auf einer Reise nach Barbados, wobey die Uhr binnen 6 Wochen um 54 Sekunden oder 13′ 30″ im Bogen abwichen. Die Commission gab ihm nun 10000 Pfund, verlangte aber richtige und eidlich bestärkte Abzeichnungen und Beschreibungen von dem Mechanismus des Zeithalters. Zugleich mußte er aber auch drey Zeithalter zur Untersuchung auf die Sternwarte Greenwich abliefern. Der königliche Astronom zu Greenwich **Maskelyne** a) fand den Gang der auf der Seereise nach Barbados mitgenommenen Uhr so ungleich, daß dem **Harrison** die andere Hälfte des Preises versaget wurde.

a) An account of the going of Mr. Harrison's watch at the royal. Observatory from May 6. 1766. to March 4. 1767. Lond. 1767. gr. 4.

Die englischen Uhrmacher **Arnold** und **Rendal** verfertigten 1772 Seeuhren, letzterer nach Harrison's Art, ersterer aber nach einer andern noch einfachern Einrichtung. **Cook** nahm auf seiner Reise gegen den Südpol drey von **Arnold** und eine von **Rendal** mit, und nach dem Urtheile der Astronomen **Wales** und **Bailly** α) soll man damit die Länge bis auf $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ Grad bestimmen können.

Berthoud β) und **le Roi** in Frankreich haben sich mit gleichem Eifer auf die Verfertigung vollkommener Seeuhren gelegt. Sie wurden von den Herrn **Pingré** und **Borda** auf einer Seereise geprüft, und ihre Abweichung soll in 6 Wochen nicht über einen halben Grad im Bogen des Aequators betragen haben. Die le roische Uhr erhielt den Preis, welchen die königliche Akademie der Wissenschaften im Jahre 1773 auf diesen Gegenstand gesetzet hatte.

In den neuern Zeiten haben die englischen Künstler, vorzüglich durch Unterstützung und Aufmunterung des chursächsischen Gesandten am londner Hofe, Herrn Grafens **von Brühl**, tragbare Zeithalter oder Taschenchronometer von sehr großer Vollkommenheit verfertiget. Hierbey kömmt es vorzüglich auf Vermeidung des Einflusses der Temperatur in die Spiralfeder, und auf Bewirkung eines Isochronismus ihrer Schwingungen an. **Thomas Mudge** hatte sich hiermit schon seit 20 Jahren beschäftiget, und überreichte dem Grafen ein Modell eines freyen Stoßwerkes, nach welchem selbiger durch **Josiah Emery** einen tragbaren Zeithalter verfertigen ließ, und dessen Gang aufs sorgfältigste prüfte. Einen von **Mudge** selbst verfertigten Zeithalter nahm der Admiral **Campbell** 1784 mit nach Newfoundland. Nach einer Ueberfahrt von 4 Wochen gab er die Länge von St. John bis auf

α) The original astronomical observations made in the course of a voyage towards the south-pole, and round the world, in the Years 1772–1775.

β) Traité sur des horologes marines. Paris 1773. 4.

auf 6 Sek. und nach einer ziemlich stürmischen Rückreise bis auf 9 Sekunden an *).

Zu ähnlichen Absichten hatte bereits der Herr Professor **Mayer** β) in Mannheim dergleichen Uhren, die sich verführen ließen, auf dem Lande empfohlen, und in den neueren Zeiten hat man die Taschenchronometer zur Bestimmung der Längen auf dem Lande sehr vortheilhaft gefunden. Der Herr **von Zach** hat besonders diese Methode vor allen andern empfohlen.

So brauchbar indessen eine Seeuhr bey der richtigen Bestimmung der Meereslänge immer seyn mag, so ist es doch gefährlich, die Wohlfahrt der Seefahrer einer solchen, schon auf dem festen Lande, geschweige denn auf einem Schiffe mancherley Zufällen unterworfenen Maschine allein anzuvertrauen, deren geringste tägliche Abweichung auf langen Seereisen einen sich anhäufenden schädlichen Irrthum zu Wege bringen kann.

Weil die oben angeführten Himmelsbegebenheiten zur Bestimmung der Längen auf der See so selten, und verschiedenen Schwierigkeiten unterworfen sind, so haben die Astronomen vorgeschlagen, den Lauf des Mondes selbst, oder dessen Abstände von der Sonne oder anderer bekannten Fixsterne, welche in einer jeden heitern Nacht, ausgenommen kurz vor und nach dem Neumond, beobachtet werden können, dazu zu gebrauchen. Schon **Johann Werner**, ein Nürnberger, hatte, in seinen 1519 herausgegebenen Anmerkungen über das 1. Buch von Ptolemäus Geographie, Distanzen zwischen Mond und Sternen zu Erfindung der Längen vorgeschlagen. Diese Vorschläge wurden von **Apianus** γ), **Kepler** und andern wiederhohlet; nur fehlte es damahls noch zu sehr an genauen Kenntnissen des Mondlaufs und der Fixsterne. Zu diesen

*) Three registres of a pocket-chronometer and the observations, from which they were collected by *Count de Brühl* etc. Lond. 1785. 4.

β) Nouvelle methode pour lever en peu de temps et à peu de frais une carte générale exacte de toute la Russie. St. Petersb. 1770.

γ) Cosmographicus liber, Ingolst. 1624. fol.

Verbesserungen gaben erst **Flamsteads** und **Halley's** Beobachtungen auf der königlichen Sternwarte zu Greenwich, und **Newtons** Mondtheorie Veranlassung. Auch wurde im Jahre 1731 durch die Erfindung des Spiegeloctanten durch **Hadley** die astronomischen Winkel- oder Distanzmessungen zur See ungemein erleichtert, und es fehlte nun zur Ausübung dieser Methode nichts weiter als genaue Mondstafeln. Diese brachte endlich im Jahre 1755 (verbessert 1760) der göttingische Astronom **Tobias Mayer** zu Stande. Diese Tafeln wurden auch von der englischen Commission approbiret, und Mayers Erben erhielten eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling.

Aus diesen genauen Mondstafeln kann man finden, wie weit der Mond, aus dem Mittelpunkt der Erde betrachtet, zu jeder londner Zeit von den bekanntesten Fixsternen entfernet sey. Wenn nun zur See eine solche scheinbare Entfernung zwischen dem Mond und einem Sterne durch den hadley'schen Octanten gemessen, und zugleich die Höhen des Mondes und des Sternes auf den Mittelpunkt der Erde reduciret werden, so gibt dessen Vergleichung mit den Tafeln die londner Zeit, mit deren Zusammenhalten der Zeit auf dem Schiffe der Unterschied der Längen bestimmt wird. **Maskelyne** [a]), welcher diese Methode auf einer Reise nach St. Helena geprüft hat, empfiehlt sie sehr, und er hat seit 1767 in den jährlich zu Londen herauskommenden Nautical-Almanac den Abstand des Mittelpunktes der Erde vom Monde, von der Sonne und einigen der hellsten Fixsterne von 3 zu 3 Stunden nach **Mayers** Tabellen für den Meridian zu Greenwich im voraus berechnet mitgetheilet. Auch hat die Commission sehr vollständige Hülfstabellen besorget, wodurch die dabey nöthigen Reduktionen und Rechnungen zum Gebrauche der Seeleute ungemein erleichtert und abgekürzet worden, so daß ein Seefahrer im Stande seyn soll, die Meereslänge in einer halben Stunde bis auf einen halben Grad genau auszurechnen.

a) The british Mariner's Guide. Lond. 1763. 4.

nen. Für ungelehrte Schiffer hat **Margett** [α]) mehr als 70 Kupferstiche ausgearbeitet, auf welchen man nur dasjenige abzumessen brauchet, was man sonst durch Rechnung finden mußte.

Außer diesen Methoden, die Meereslänge zu finden, haben **Halley**, **Christoph Eberhardt** [β]) und **Churchman** den Vorschlag gethan, sich hierzu der Abweichung der Magnetnadel zu bedienen. **Semler** [γ]) that drey Vorschläge, Neigungsnadeln, Messung des Weges auf dem Meere, genaue Uhren, und den mittelsten dieser drey hatte auch **Bernhard Christoph Sturm** [δ]) gethan.

M. s. Bode Erläuterung der Sternkunde §. 688 f. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Geographie §. 74 f.

Lampe, elektrische, Brennluftlampe (lampe électrique, lampe à air inflammable) ist eine eigene Einrichtung, wodurch man einen Strom von brennbarer Luft durch einen elektrischen Funken anzünden, und damit eine Kerze brennend machen kann.

Die Entdeckung, daß sich die brennbare Luft durch den elektrischen Funken anzünden lasse, gab Herrn Fürstenberger zu Basel Veranlassung, auf ein eigenes Werkzeug zu denken, welches von **Ehrmann** [ε]) auf folgende Art ist beschrieben worden. Von den zwey gläsernen Gefäßen (fig. 34.) a und b dient das eine zum Behältniß der brennbaren Luft, und das andere zur Füllung mit Wasser. Am untern Gefäße b ist bey h ein messingener Ring angekittet. Die Hälse beider Gefäße sind mit messingenen Kappen c

α) Longitude tables for correcting the effects etc. Lond. 1790.

β) Specimen theoriae magneticae. Lond. 1718. Versuch einer magnetischen Theorie; a. d. Latein. von S. B. W. Leipz. 1720.

γ) Methodus inueniendae longitudinis maritimae. Halae 1723.

δ) Projet de la solution du fameux Problême touchant la longitude sur mer. Nuremb. 1720.

ε) Description et usage de quelques lampes à air inflammable à Strasbourg 1780. Beschreibung und Gebrauch einiger elektrischen Lampen; a. d. Franzöſ. Straßb. 1780. 8.

und d versehen, welche vermittelst der messingenen Röhre p mit einander in Communikation sind; diese Röhre besitzet einen Hahn e, welcher, wenn er geöffnet ist, das Wasser aus dem Gefäße a durch eine enge Glasröhre f in das untere Gefäß b auslaufen läßt. An die Kappe d ist die Seitenröhre gg mit dem Hahn f angelöthet, welche sich oben in eine enge Röhre k mit enger Mündung endiget. Sobald sich nun das Wasser aus a durch die Röhre f in das Gefäß b ergießt, so wird dadurch ein Theil brennbarer Luft aus b durch die Seitenröhre gg herausgetrieben. Diese Röhre umgibt ein hölzerner Teller ii, worauf zwey hölzerne Säulen ll stehen, welche sich um ihre Axen drehen lassen. Auf der einen Säule ist eine messingene Hülse m befestiget, auf der andern aber eine gläserne n. Durch jede dieser beiden Hülsen lassen sich messingene Stäbchen oo schieben, deren innere Enden stumpf, die äußern aber in Häkchen umgebogen sind, um Ketten oder Dräthe daran zu hängen. An dem einen Häkchen befindet sich die Kette x, die durch den Haken r an die Seitenröhre gg gehängt werden kann. Die Kappe d ist durch den Stanniolstreif q mit dem Ringe h in leitender Verbindung. Steht nun das ganze Instrument auf dem Tische oder auf dem Fußboden, und ist folglich nicht isoliret, so ist das Stäbchen mo mit dem Erdboden verbunden. Wird alsdann das Stäbchen to mit dem Conduktor der Maschine oder mit dem aufgehobenen Deckel eines geriebenen Elektrophors oder mit einer geladenen Flasche u. s. f. in Verbindung gebracht, so entsteht ein Funken zwischen beiden Stäbchen.

Beym Gebrauche dieser elektrischen Lampe werden die beiden Stäbchen oo so gestellt, daß ihre Enden etwa $1\frac{1}{2}$ Linien weit von einander stehen, und daß der zwischen ihnen entstehende Funke nahe über der Mündung der Röhre k hinweggehen muß. Alsdann füllt man das obere Gefäß a mit Wasser und das untere mit brennbarer Luft, bringt beide mit verschlossenen Hähnen gehörig zusammen, und öffnet zuerst den Hahn e, damit etwas Wasser durch die

Röhre f in das Gefäß b kommen kann, wodurch die brennbare Luft ein wenig zusammengedruckt wird. Hiernächst öffnet man auch den Hahn f, damit die zusammengepreßte Luft aus der Mündung der Röhre k ströme; unmittelbar hierauf läßt man zwischen den beiden Stäbchen m o und n o einen elektrischen Funken entstehen, welcher den Strom der brennbaren Luft und durch diesen eine daran gehaltene Kerze anzündet. Soll die Flamme verlöschen, so wird zuerst der Hahn f, und dann auch e wieder verschloßen.

Um eben diese Zeit verfertigte **Brander** in Augsburg elektrische Lampen, bey welchen die Röhre zwischen beiden Gefäßen durch einen Korkstöpsel, der auf das untere Gefäß gesteckt wurde, hindurch ging. Diese sind von **Weber** *) noch früher, als die fürstenbergerischen bekannt gemacht worden. Nachher verbesserte sie **Brander** dadurch, daß er dem obern Gefäße eine Oeffnung gab, um durch den Druck der äußern Luft auf die Wasserfläche den Ausfluß des Wassers zu befördern, und daß er die Seitenröhre nicht an der Zwischenröhre, sondern selbst am untern Gefäß anbrachte.

Eine bessere Einrichtung wurde diesem Werkzeuge von Herrn **de Gabriel** in Straßburg gegeben, wie sie fig. 35 und 36. vorgestellet ist. Die beiden Gefäße a und b mit den messingenen Kappen c und d müssen in die Büchse des Hahns e luftdicht eingeschraubet werden können. In diesem Hahne sind zwey Löcher (fig. 36.) q und r auf die Axe senkrecht und parallel durchbort. Diese Löcher gehen an die Oeffnungen zweyer Röhren f und g, wovon die erstere vom untern Theile der Büchse bis nahe an den Boden des untern Gefäßes herabgehet, die andere aber vom obern Theile der Büchse durch das obere Gefäß a, und mit dem Aufsatzrohre k versehen ist. Das untere Gefäß b hat einen messingenen Fuß, in dessen Mitte eine Oeffnung sich befindet, welche, wenn die brennbare Luft dadurch in das Gefäß gebracht worden ist, durch eine Lappenschraube luftdicht ver-

*) Beschreibung des Luftelektrophors. Augsburg 1778. 8.

verschlossen werden kann. Die Einrichtung zur Erregung des elektrischen Funkens ist eben so, wie bey der vorigen, und steht auf der messingenen Scheibe ii, welche in einen auf a angebrachten Reif schließt. Eine der beiden Säulen ist isolirt, die andere mit der Metallscheibe ii, und diese durch eine Kette mit dem Fußboden in Verbindung.

Diese Lampe hat D. **Ingenhouß** *) noch verschiedentlich verbessert. Um das untere Gefaß leichter mit brennbarer Luft zu füllen, gibt er dem Boden eine trichterförmige Gestalt. Zur Leitung des elektrischen Funkens dient eine von zweyen Stützen (fig. 37.) e und d gehaltene Metallstange f, welche den Funken auf die metallische Spitze des Hakens a überführet. Auf diese Weise geht er über die Mündung der Röhre b, aus welcher die brennbare Luft ausströmet, die folglich mit der Kerze h entzündet werden kann. Der Haken a ist mit dem Erdboden durch das Gefäß selbst, nämlich durch die metallenen Röhren, das Wasser und den messingenen Boden des untern Gefäßes verbunden. Das Loch i dienet, das obere Gefäß mit Wasser zu füllen. Endlich ist an dem Hahn selbst eine Scheibe angebracht, um deren Peripherie eine daran befestigte seidene Schnur herumgehet, deren Ende l an eine messingene Kette gebunden ist. Diese Kette wird über eine an der Stange f befestigte Rolle g herumgelegt, deren herabhängendes Ende den Deckel eines Elektrophors trägt. Auf solche Weise hebt sich beym Umdrehen des Hahns durch das Anziehen der Schnur und Kette der Deckel von selbst auf, und es entsteht sogleich der Funken, so bald der Hahn aufgedrehet ist. Man hat demnach hierbey nichts weiter zu thun, als bloß den Deckel oder die Kette zu berühren, und den Hahn gehörig zu drehen, um sogleich und zu jeder Zeit Licht zu erhalten. Diese Einrichtung, welche das Werkzeug ganz einfach macht, ist eine Erfindung des Herrn **Pickel** in Würzburg. Den Hahn c hat Dr. **Ingenhouß** zugesetzet. Man verschließt ihn, so bald die Lampe nicht mehr

*) Beschreibung einer Brennluftlampe, in sein. vermischt. Schriften: übers. von Molitor. Wien 1784. Th. I. S. 213.

mehr gebrauchet wird, damit sich die in der Röhre befindliche Brennluft nicht in der Atmosphäre zerstreue, und beym Gebrauche sogleich wieder dergleichen Luft ausströme.

Lagenbucher [α]) hat ebenfalls an diesen Lampen einige Abänderungen gemacht, und **Donndorf** [β]) beschreibet eine der lagenbucherschen ähnliche Lampe, welche er vom Herrn Prof. **Stegmann** aus Cassel erhalten hatte, und deren Einrichtung sehr einfach ist.

Auch Herr **Volta** hat einige Abänderungen an diesem Werkzeuge gemacht, welches von **Adams** [γ]) beschrieben wird. Die Abbildung hiervon gibt die fig. 40. Der untere Hahn c dienet, um die Kugel b mit brennbarer Luft anzufüllen, und das Wasser, das aus dem Bassin a durch die Röhre f in die Kugel b fällt, zu verschließen. Die kleine Spitze i wird gebraucht, um ein Wachslicht darauf zu stecken. Die eine Säule g ist von Messing, oben mit einer messingenen Kugel versehen. Die andere h aber von Glas oben mit einer Hülse, in welcher sich der Draht n hin und her schieben läßt, an dessen Ende eine Kugel angeschraubet werden kann.

Uebrigens hat man sich zu hüten, daß zu der im untern Gefäße eingeschlossenen brennbaren Luft keine atmosphärische Luft hinzukomme, weil dadurch Knallluft entstehen würde, welche dem, der die Lampe gebrauchte, gefährlich werden könnte. Man hat daher vorzüglich darauf zu sehen, daß die Mündung, aus welcher die brennbare Luft ausströmet, sehr eng sey. Der Herr Dr. **Ingenhouß** glaubt indessen, daß die von ihm beschriebene elektrische Lampe einem solchen Unglück wenig oder gar nicht unterworfen sey, weil die Flamme erstickt werden würde, ehe sie den langen Weg von der engen Mündung durch die ganze Röhre hindurch bis in das untere Behältniß zurücklegen könnte. Nach seinen Versuchen

α) Beschreibung einer beträchtlich verbesserten Elektrisirmaschine. Augsb. 1780. 8. S. 221 f.
β) Lehre von der Elektricität. Erfurth 1784. gr. 8. B. II. S. 367.
γ) Versuch über die Elektricität; a. d. Engl. Leipz. 1785. S. 209 f.

suchen kann eine Knallluft unter diesen Umständen durch den elektrischen Funken nie zur Explosion gebracht werden. Außerdem erinnert er noch, daß man in dem obern Behältnisse das Wasser immer bis zu einer gewissen Höhe erhalten müsse, damit dessen Fall durch die Röhre in das untere Gefäß Gewalt genug habe, um die brennbare Luft in die Höhe zu treiben, und durch die Röhre auszustoßen.

M. s. **Ingenhouß** vermischte Schriften physisch-medicinischen Inhalts, übers. und herausgegeben von **Molitor**. Wien 1784. gr. 8. B. I. S. 213 f.

Lampen (lampades, lampes). Wenn Lampen helle und reine Flammen erzeugen sollen, so wird nothwendig erfordert, daß die brennbare Materie an derjenigen Stelle, wo es brennen soll, von allen Seiten her erhitzt, und vollkommen zersetzet werde. Bey den gemeinen Dochten findet dieß so ganz vollkommen nicht Statt, weil sie der atmosphärischen Luft, ohne welche gar keine Flamme seyn kann, zu wenig Oberfläche darbieten, und daher keine vollkommene Zersetzung vor sich gehen kann. Aus diesem Grunde sind auch schon längst die so genannten bandförmigen Dochte vorgeschlagen worden, weil diese der Luft mehr Oberfläche aussetzen. **Altströmer** *) fand diese sehr vortheilhaft, absonderlich, wenn sie fein waren, und das rechte Maß im Ausziehen beobachtet ward. Sie gaben keinen Rauch, weil durch den freyen Zutritt der Luft die Hitze allenthalben so verstärket wurde, daß dadurch die brennbare Materie ganz zersetzet werden konnte.

Um alle mögliche Vollkommenheiten einer guten Lampe zu vereinigen, kam Herr **Argand** aus Genf auf den Gedanken, hohle cylindrische Dochte zu den Lampen zu gebrauchen, in deren innern Höhlung beym Brennen ein beständiger Luftzug unterhalten wird. Diese Lampen wurden um das Jahr 1783 bekannt, und Herr **Argand** erhielt in England ein Privilegium auf 12 Jahre, solche Lampen allein zu verfertigen.

*) Versuche mit bandförmigen Lampendochten, welche nicht rauchen; in den neuen schwed. Abhandl. für das Jahr 1784. Num. 22.

fertigen. Die Vorzüge derselben vor den gemeinen Lampen sind folgende: eine große Helligkeit, Abwesenheit von Dampf, Sparsamkeit im Oel in Vergleichung mit der hervorgebrachten Helligkeit und Leitung der schädlichen Luft nach der Decke des Zimmers. Nach Versuchen des Herrn General Lieutenant **Benjamin Thompson** *) (Grafen **von Rumford**) mit seinem erfundenen Photometer (M. s. **Photometer**), verhält sich die Lichtmenge der argandischen Lampe zu der einer gewöhnlichen wie 187 : 100, während die Quantität des verzehrten Oels in der erstern zu der in der letztern ist wie 155 : 100, woraus also offenbar ist, daß die durch das Verbrennen einer gegebenen Quantität Oel in einer argandischen Lampe hervorgebrachte Lichtmenge größer ist, als die, welche durch das Verbrennen einer gleichen Quantität in einer gemeinen Lampe hervorgebracht wird, in dem Verhältnisse 100 : 85. Es kann also die Ersparniß des Oels beym Gebrauche der argandischen Lampe vor der gemeinen mehr als 15 Procent betragen. Diese großen Vortheile haben ohne Zweifel ihren Grund in der durch den freyen Luftzug bewirkten großen Hitze, und der gänzlichen Zersetzung der brennbaren Materie, indem dadurch eine gänzliche Verwandlung der brennbaren Materie in brennbare Luft, und eine Zerstörung derselben mit dephlogistisirter, die man in der atmosphärischen Luft antrifft, erfolget. Ersteres nimmt man mit den Augen deutlich wahr; denn, wenn man das Auge gleich hoch mit dem kreisförmigen Dochte stellt, so sieht man zwischen ihm und der Flamme einen beträchtlichen durchsichtigen Raum, durch welchen sich die Gegenstände viel besser als durch eine Glasröhre zeigen. Diesen Raum nimmt nämlich nur die ganz reine brennbare Luft ein, welche sich hinlänglich schnell erhebt. Sobald sie aber dephlogistisirte Luft in- und außerhalb des Dochtes antrifft, so zersetzen sich beide mit einander. Dieses erzeuget die schöne Flamme, deren kreisförmiger Strom mit brennbarer Luft wie mit einem

Kranze

*) Philosoph. transact. for the Year 1794. P. I. S. 67 f.; in Grens neuem Journale der Physik. B. II. S. 49.

Kranze umgeben ist. Durch die Zersetzung beider Luftarten bildet sich Wasser, das man durch Aufsetzung eines Helmes mit einem Schnabel aufsammeln kann.

Es ist also nach Herrn de Lüc der allgemeine Gang der Wirkungen dieser Lampe folgender: eine große Hitze bringt zuerst eine fast gänzliche Verwandlung des Oels in brennbare Luft hervor; kömmt hiernächst diese Luft mit der dephlogistisirten in Berührung, so verwandelt sie sich mit ihr in einen mit freyem Feuer überladenen Wasserdunst. Die große Wärme, welche die Flamme erzeuget, kömmt von einer großen Menge von plötzlich befreyetem Feuer und ihre glänzende Hellheit von der um so reichlichern und vollständigern Zersetzung von einem Theile dieses Feuers, je dichter es ist. Nachdem der Wasserdunst sein Feuer an dem Orte, den die Flamme anzeigt, fahren gelassen hat, so vermischt er sich mit der obern Luft, und erhebt sich schnell mit ihr; daher folgt ihr die untere Luft mit derselben Schnelligkeit, um die Flamme herum nach, und erneuert also dieselben Wirkungen.

Das Matte bey den gewöhnlichen Lichtern kommt daher, weil bey ihnen die dephlogistisirte Luft in fixe verwandelt wird. Denn hierdurch entstehet weniger Feuer, und außerdem geschieht die Erneuerung der Luft nicht geschwind genug, weil die fixe Luft eine größere specifische Schwere als die gemeine hat. Wenn also gleich die Luft, welche an der Flamme vorbeystreichet, durch die Wärme ausgedehnet wird, so erhebt sie sich nur langsam.

Ueberhaupt wird die fixe Luft, welche sich wegen der Schwere immer niederwärts senkt, das Licht der gewöhnlichen Lampen immer mehr und mehr matter machen, und selbst zuletzt in Zimmern, welche stark erleuchtet sind, ungesunde Luft bewirken. Bey den argandischen Lampen hingegen wird die schädliche Luft immer nach der Decke getrieben und durch die obern Oeffnungen entweichen; ihre Stelle aber wird durch frische Luft ersetzet werden, welche durch die untern Oeffnungen eindringt. Durch gehörig vertheilte Oeffnungen könnten diese Wirkungen sogar noch mehr befördert,

und

und also durch die Ursache selbst, welche sonst die Luft verdirbt, gute Ventilatoren erhalten werden.

M. s. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie §. 189 f.

Lampenmikroskop, Adams s. **Sonnenmikroskop.**

Landhöhen, Landrücken s. **Berge.**

Landkarten (mappae geographicae, mappes géographiques) sind Verzeichnungen der Erdfläche oder einzelner Theile derselben auf ebenen Flächen. Diejenigen, auf welchen die ganze Erdfläche abgebildet ist, heißen **Planisphären, Planiglobien, Universalkarten** (planisphera, planiglobia, planiglobes, mappemondes), diejenigen hingegen, welche einzelne Theile der Erdfläche enthalten, **Generalkarten, Partikularkarten, Specialkarten, topographische Karten** u. s. f. Alle diese geographischen Karten sind eigentlich perspektivische Zeichnungen, entweder einer Halbkugel oder eines großen Theils oder einzelner Diestrikte, mit den dazu gehörigen Meridianen und Parallelkreisen.

Bey Specialkarten oder topographischen Karten, welche gewöhnlich nur einen kleinen Theil der Erdfläche enthalten, der also unmerkliche Krümmung hat, nimmt man diesen Theil als eine ebene Fläche an. Es sey zu dem Ende (fig. 41.) a b c d ein solcher kleiner Theil auf der Erdoberfläche, wovon die beiden Seitenlinien b c und a d kleine Theile von ein paar Parallelkreisen, die beiden andern aber a b und d c kleine Theile von ein paar Mittagskreisen vorstellen. Die Seiten a b und d c des Vierecks a b c d werden in Theile getheilet, welche für Minuten eines größten Kreises gelten, und gibt den Theilen von b c und a d die Größen, welche durch diese Formel ausgedrücket werden,

Grad d. Parallelkr. = Grad d. Merid. × cos. d. Breite.

Hier wird also ein jeder Theil von b c = 0,6270571, und ein jeder von a d = 0,6110666. Zieht man nun von a d gegen b c aus 32 nach 32, 33 nach 33, 34 nach 34 u. s. f. gerade Linien, als Theile von Mittagskreisen, welche zwischen a b und d c fallen, und eben so auch zwischen a d und b c von

51 nach 51, 52 nach 52 u. f. gerade Linien, als kleine Theile von Parallelkreisen. Hierdurch wird nun das ganze Viereck abcd in Felder eingetheilet, in deren jedes die Oerter von gegebener Länge und Breite eingetragen werden können.

Bey großen Stücken der Erdfläche, bey welchen die Krümmung merklich ist, und welche folglich nach den Gesetzen der Perspektiv auf einer ebenen Fläche entworfen werden müssen, können gar viele Stellungen der perspektivischen Tafel möglich seyn, weil das Auge unendlich viele Lagen haben kann. Die geographischen Schriftsteller geben eine sehr große Anzahl von verschiedenen Projektionsarten an. Weil es aber unmöglich ist, die Stellen einer Kugelfläche alle in ungeänderten Lagen auf einer Ebene zu entwerfen, so hat ohne Zweifel diejenige Projektionsart den Vorzug, welche die größt mögliche Aehnlichkeit beybehält. Man stelle sich vor, das Auge befinde sich in irgend einem Punkte auf der Oberfläche einer Kugel, in dessen innere Höhlung es gleichsam hineinsehen kann, und die perspektivische Tafel sey die Ebene eines größten Kreises, in deren Mittelpunkt die Gesichtsaxe fällt, so nennt man diese Projektionsart die **stereographische Projektion** des Kugelschnittes. Hierbey lassen sich nun folgende Fälle gedenken: die perspektivische Tafel ist nämlich entweder der Aequator, und das Auge hat im Pole seine Stelle, oder irgend ein Meridian, und das Auge befindet sich in der Peripherie des Aequators, oder endlich ein jeder anderer größter Kreis, und das Auge erhält seine Stelle in dem Pol der zu diesem Kreise gehörigen Axe; da alsdann im ersten Falle die Projektionsart die **Polarprojektion**, im zweyten die **äquatorische Projektion** und im dritten Falle die **stereographische Horizontalprojektion** genannt wird. Nimmt man aber das Auge von der Kugel unendlich weit an, so heißt diese Projektionsart die **orthographische Projektion**. **Johann Mathias Hase** *), Prof. zu Wittenberg, welcher unter den Deutschen die Landkarten nach mathematischen und geographischen Gründen zuerst

*) Sciagraphia tractatus de proiectionibus. Lipf. 1717. 4.

zuerst zu verbessern angefangen hat, hat gezeiget, daß die stereographische Horizontalprojektion vor allen andern den Vorzug verdiene, welche auch schon **Ptolemäus** unter dem Nahmen Astrolabium, und andere geographische Schriftsteller anführen. Diese Projektionsart ist von der kosmographischen Gesellschaft bey den Karten des so genannten Gesellschaftsatlasses, und bey einigen größern Karten der homannischen Officin gebrauchet worden.

Nimmt man also an, daß der größte Kreis fg (fig. 42.) bey der stereographischen Horizontalprojektion die perspektivische Tafel sey, mithin das Auge in a sich befinde, welches in die hohle Kugel durch die perspektivische Tafel die auf der Halbkugel fbg liegenden Oerter siehet, so erhellet leicht, daß für den Ort b die Projektion der Mittelpunkt der Tafel seyn müsse, so wie e das Bild des Ortes d auf der Tafel ist. Und wenn db die wahre Entfernung des Ortes b von d, so ist ce der Abstand des Bildes c von dem Bilde e. In dem Dreyecke eca hat man nun

$$ac : ce = \text{sin. tot.} : \text{tang.}\ \tfrac{1}{2}a, \text{ mithin}$$

$$ce = \frac{ac \times \text{tang.}\ \frac{1}{2}a}{\text{sin. tot.}}$$

Hieraus lassen sich die Regeln der Verzeichnung herleiten, die man beym **Kästner** [α]), **Lambert** [β]) und **Karsten** [γ]) umständlicher angegeben findet.

Von **Lorgna** [δ]) wird die halbe Erdfläche so dargestellet, daß dasjenige, welches zwischen zwey Parallelkreisen liegt, auf der Ebene einen gleich großen Kreisring bildet.

Der

α) Theoria proiectionis stereogra. horizont. in diss. mathem. et physic. Altenb. 1771. 4. No. XII. p. 80. Additam. in comment. nov. societ. Goetting. ad an. 1769 et 1770. p. 138.
β) Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Th. III. S. 105.
γ) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. VII. Greifsw. 1775. S. 707 u. f.
δ) Principi di Geografia astronomico-geometrica. Verona 1780.

Der Herr **von Segner** schlägt eine besondere Art der Verzeichnung zu Landkarten vor, wovon Herr **Kästner** *) ausführlich handelt. Er beschreibet nämlich den heißen Erdstrich auf eine Cylinderfläche, die gemäßigten Erdstriche auf Stücken von Kegelflächen, die kalten auf ebenen Flächen.

Noch eine andere Projektionsart ist von **Arrowsmith** bey der Entwerfung einer neuen, unter dem Artikel, **Erdkugel** (Th. II. S. 226), angegebenen Weltkarte gebrauchet worden, welche er globular-projection nennt. Es sey (fig. 43.) wie bey der stereographischen Horizontalprojektion fg ein größter Kreis der Kugel, und die Gesichtsaxe ab auf der Ebene desselben durch den Mittelpunkt senkrecht, so daß der Stelle b Projektion in der perspektivischen Tafel fg in dem Mittelpunkte c liegt, das Auge aber rücke über h hinaus nach a, so daß ha dem Sinus des Bogens von 45° oder Linie dk gleich werde. Bey dieser Projektionsart werden die vier gleichen Viertel des Halbkreises fd, db, bi, ig durch die vier gleichen Viertel des Durchmessers fe, ec, cl und lg vorgestellet. Eben dieß findet für jeden andern durch b gehenden größten Halbkreis der Kugel Statt. Hierdurch glaubt man also den Vortheil zu erlangen, daß Entfernungen, welche auf der Kugelfläche gleich sind, auf der Karte an keiner Stelle so ungleich ausfallen können, weil sich die Ungleichheiten wenigstens von jedem Viertel des Durchmessers bis zum nächsten wieder aufheben müssen. Es soll daher diese Projektionsart die Entfernungen der Oerter nicht so weit aus dem richtigen Verhältnisse bringen, und die Gestalten der Länder nicht so sehr verstellen, als die stereographische, welche alles gegen den Rand zu aus einander dehnet, oder die orthographische, welche die Ränder gegen den Rand zu allzusehr zusammendrängt, und um die Mitte ausdehnet. **Arrowsmith** hat diese Theorie in einer eigenen Abhandlung erläutert, und daraus Regeln zur Verzeichnung der Karten hergeleitet. Diese Projektionsart hatte schon

*) Geometrische Abhandl. Samml. II. Götting. 1791. 8. S. 39 u. f.

schon de la Hire [α]) im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts zu Himmelskarten, oder vielmehr zu den so genannten Astrolabien vorgeschlagen, welche aber mit diesem bald nachher in Vergessenheit kam.

Von den verschiedenen Projektionsarten findet man ausführlichen Unterricht beym Herrn Hofr. **Mayer** [β]).

Wie ins Große gehende geometrische Vermessungen anzustellen, und eine richtige Landkarte hieraus zu verfertigen sey, lehren **Marinoni** [γ]), **Mayer** [δ]), **Hogreve** [ε]), **Bugge** [ζ]) u. m. a.

Schon in der alten Geschichte des jüdischen Volkes werden Abrisse von Ländern erwähnet. Unter den Griechen soll nach der Erzählung des **Diogenes Laertius** die erste geographische Karte der damahls bekannten Länder von **Anaximander** verfertiget seyn. Bey den Römern wurden den triumphirenden Feldherrn Zeichnungen der eroberten Länder vorgetragen, und in Rom so wohl als auch in den Provinzen fanden sich Vorstellungen von der Erdoberfläche [η]).

Zu der Geographie des Ptolemäus verfertigte der Alexandriner **Agathodämon** 26 Karten, welche Europa in 13, Afrika in 4 und Asien in 12 Blättern vorstellten. Dieß beträgt einen Theil der Oberfläche der Erde, welcher von Osten nach Westen etwa doppelt so groß ist, als von Norden nach Süden, woher eben die in der mathematischen Geographie

α) Histoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1701. p. 127 sqq.

β) Vollständige und gründliche Anweisung zur Verzeichnung der Land-, See-, und Himmelskarten. Erlang. 1794. 8.; auch mit dem Titel, J. T. Mayer gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie. IV. Theil.

γ) De re ichnographica. Vindob. 1751. fol.

δ) Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie, 2te Aufl. Theil I-IV. Götting. 1792-1795. 8.

ε) Praktische Anweisung zur topographischen Vermessung eines ganzen Landes. Hannover 1793. 8.

ζ) Beschreibung der Ausmessungsmethode, welche bey den dänischen geographischen Karten angewandt worden; a. d. Dän. von Marcus, mit Zusätz des Herrn Oberstlieut. Aster, auch Herrn Bugge selbst. Dresden 1787. gr. 4.

η) *Varro* de re rustica c. 12. *Eumenii* orat. ad praef. Gall. in panegyr. veter. c. 20.

eingeführten Nahmen **Länge** und **Breite** entstanden sind. In Ansehung der Länge beträgt dieser Theil 124 Grade, welche sehr unrichtig bis auf 180° ausgedehnet sind, in Ansehung der Breite hingegen 84 Grade. Der äußerste Parallelkreis gegen Norden zu geht durch den 64. Grad. Die Verzeichnung endiget sich mit einer kleinen Insel über Britannien, **Thule**, und der Beyschrift, Mare hyperboreum. Rußland und ein Theil von Polen fehlen ganz. Die westliche Küste von Afrika geht bis 6½ Grad nördlicher, aber die östliche bis 12½ Grad südlicher Breite an das Vorgebirge **Prasium**. Gegen Osten endiget sich Asien mit der Küste **Camboja**, die unterhalb der Linie fortgeht, sich nach Westen wendet, und bey dem Vorgebirge Prasium mit Afrika zusammenhängt.

Durch weitere Fortschritte in den mathematischen Wissenschaften und vorzüglich in der Astronomie sind auch die Landkarten verbessert worden. Hierzu legten vorzüglich **Sebastian Münster** [α]), **Ortelius** [β]) und **Gerhard Mercator** zu Löwen den Grund. Die Karten des letztern edirte **Jodokus Hond** [γ]) in 114 Tafeln. Schon **Wilhelm Jansson Blaeu** und sein Sohn **Johann** lieferten einen Atlas in sechs Theilen, welche 616 Karten enthalten. Vorzüglich verdient um die Verbesserung der Landkarten haben sich die ehemahlige hondische Officin, welche nach und nach an die **Jansson Waesberge**, an **Moses Pitt** und **Swart**, und an **Peter Schenk** und **Gerard Valk** kam, und unter den holländischen Künstlern die **Visscher**, **Danckerts** und **de Witt** gemacht. Durch die Bemühungen der pariser Akademie und der londner Societät konnten endlich auch **de l'Isle** in Frankreich und **Moll** in England die Landkarten nach astronomischen Beobachtungen und andern Entdeckungen verbessern. Besonders verdient machte sich aber hierin **Johann Baptista Homann** zu Nürnberg. **Cellarius** hatte

α) Cosmographia. Basil. 1550.
β) Theatrum orbis terrarum. Antverp. 1570. fol. maj.
γ) Atlas *Gerh. Mercatoris.* Amst. 1604.

hatte von ihm zur Notitia orbis antiqui die Karten stechen lassen, und **Hübner** nahm aus seiner Officin die Karten zum Schulatlas, welche zuerst methodisch illuminiret wurden. Mit Beyhülfe des Prof. **Doppelmayr** suchte er seinen Karten größere Vollkommenheit zu geben, die nachher durch seine Erben noch weiter getrieben wurde. Die homannischen Karten sind in dem großen Atlas gesammelt, dessen erster Band 150 Karten, der zweyte 125 Karten von Deutschland allein, und der Supplementband noch 77 Blätter enthält, wozu noch der astronomische Atlas von **Doppelmayr**, der topographische oder Städteatlas, der historische von **Hase**, und ein Specialatlas von Schlesien gehören. Bey dem so genannten Gesellschaftsatlasse von 40 Karten ist der erste Meridian durch Ferro gelegt, da ihn sonst die homannischen Karten 20° westwärts von Paris setzen.

Um die Unvollkommenheit der Geographie vor Augen zu legen, gab **Tobias Mayer** im Jahre 1750 seine kritische Karte von Deutschland heraus, woraus erhellet, wie weit die de l'isleischen, homannischen und astronomischen Angaben der Stellen und Grenzen Deutschlands von einander abweichen. In den neuern Zeiten sind zwar die Landkarten auf eine weit größere Stufe der Vollkommenheit gekommen, da man vorzüglich die Längen der Oerter durch richtige Methoden genauer zu bestimmen gesuchet hat; allein dessen ungeachtet haben sie noch nicht den Grad der Vollkommenheit erlangt, der ihnen zu wünschen wäre. Für die vollständigsten in Deutschland werden jetzt die von **Güßefeld** in Weimar verfertigten gehalten.

M. s. **Pfennigs** Anleitung zur Kenntniß der mathematischen Erdbeschreibung. Berlin u. Stettin 1779. 8. S. 151 u. f. **Kästner** Anfangsgründe der mathemat. Geographie. 4. Aufl. Götting. 1792. §. 38. V. §. 63. 66.

Landwinde s. **Winde.**

Laterne magische s. **Zauberlaterne.**

Lava s. **Vulkane.**

Laugenartige Luft s. **Gas, laugenartiges.**

Laugensalze, Alkalien, alkalische Salze (alcalia, salia alcalina, alkalis, sels alkalis). Diesen Nahmen führt eine eigene Hauptart von Salzen, die gewöhnlich durch folgende Kennzeichen zu erkennen sind: sie haben einen scharfen und urinösen Geschmack, machen die blaue Farbe verschiedener Pflanzenpigmente grün, und stellen die durch Säuren roth gemachten blauen Pigmente wieder in ihrer vorigen Farbe dar, so wie im Gegentheil die Säuren die Wirkungen der Alkalien darauf aufheben.

Die Alkalien machen nicht alle blaue Pflanzensäfte grün, so wie z. B. nicht die Lakmustinktur. Als eines gegenwirkenden Mittels bedienet man sich zur Entdeckung der Alkalien des blauen Veilchensyrups, des mit Fernambuc roth gefärbten, des mit Curcuma gelb gefärbten Papiers, der durch eine ganz schwache Säure roth gefärbten Lakmustinktur, und auch der rothen Alkannatinktur.

In ihrer innigsten Verbindung mit Säuren geben sie Neutralsalze, mit Oelen und Fettigkeiten Seifen, mit dem Schwefel die so genannte Schwefelleber, und die feuerbeständigen Alkalien mit den Erden zusammengeschmolzen Glas.

In der Natur findet man diese Salze nicht rein, sondern immer in Verbindung mit andern Substanzen z. B. mit Kohlensäure und andern Säuren. Erst durch die Kunst müssen sie davon geschieden werden. Die reinern Alkalien, wovon hier die Rede ist, zeigen eine auflösende Kraft auf das Zellgewebe und die thierische Faser, und werden daher auch **ätzende Alkalien** (alcalia caustica) genannt.

Man kennt von den Alkalien drey Arten: 1) das **Gewächsalkali**, 2) das **Mineralalkali** und 3) das **Ammoniak**. Die beyden erstern heißen auch wegen ihrer Eigenschaft gemeinschaftlich **feuerbeständige Alkalien** (alcalia fixa, alkalis fixes); das letztere aber heißt **flüchtiges Alkali** (alcali volatile, alkali volatil).

Das **Gewächslaugensalz, Pottasche, vegetabilisches Laugensalz, alkalischer Aezstein, Seifensiederlauge** (alcali vegetabile, potassa, lapis causticus

alcali-

alcalinus, lixiuium saponarium, alcali fixe végétal, potasse). Man gewinnt es durchs Auslaugen aus der Asche der Pflanzen. Auch in einigen vulkanischen Produkten, worin man es entdecket hat, ist es ohne Zweifel vegetabilischen Ursprungs, und zwar aus Brennmaterialien der Flözgebirge. Es ist dieses Salz, wenn es völlig ausgetrocknet ist, weiß und fest, ohne Geruch, und von einem gewissermaßen feurigen Geschmack. An der Atmosphäre zieht es schnell Feuchtigkeit an und zerfließt. Bey diesem freywilligen Zerfließen an der Luft aber saugt es die darin befindliche Kohlensäure ein, und bleibt alsdann nicht mehr reines Laugensalz. Um es in reinem Zustande zu erhalten, muß es in genau verschlossenen und gegen den Zugang der Luft und der Feuchtigkeit verwahrten Gefäßen aufbewahret werden. Im Wasser löset es sich leicht auf und zwar mit Erwärmung; die Auflösung hat einen Geruch der frisch getünchten Zimmer. Die Krystallisirbarkeit dieses Salzes, welche vorher unbekannt war, hat Herr **Lowitz** [α]) dargethan. Die Krystallen sind stark abgestumpfte vierseitige Pyramiden, welche sich im Wasser mit beträchtlicher Kälte auflösen. Im Feuer schmelzt es sonst leicht schon bey 236° nach Fahrenh. und ist sonst übrigens ziemlich feuerbeständig.

Nach Herrn **Girtanner** ist es höchst wahrscheinlich, daß die Pottasche ein wahres Produkt sey. Denn man könne durch keine andere Mittel Pottasche aus Pflanzen erhalten, als indem man dieselben mit Körpern in Verbindung bringt, welche Sauerstoff und Salpeterstoff enthalten; nämlich entweder durch Verbrennen oder durch die Verbindung mit der Salpetersäure. Diese Meinung, daß die Pottasche erst durchs Verbrennen der Pflanzen entstehe, und vorher in den Pflanzen nicht gewesen sey, haben bereits viele ältere Chemiker geheget. Sie wurde aber nachher völlig verworfen, nachdem **Marggraf** [β]) und **Wiegleb** [γ]) dargethan hatten,

 daß

α) Crell chemische Annalen 1793 B. I. S. 166 f.
β) Chymische Schriften. II. Th. Berlin 1767. S. 49.
γ) Chymische Versuche über die alkalischen Salze. Berlin u. Stettin 1774. 8.

daß man das Gewächsalkali aus dem Weinstein auch ohne Feuer ziehen und aus den Pflanzen Neutralsalze mit alkalischen Grundtheilen erhalten könne.

Nach dem antiphlogistischen System wird das Gewächslaugensalz als unzerlegter Körper betrachtet.

Das **Mineralalkali** (alcali minerale, natrum, soda, alicali mineral ou marin, soude). Dieses Laugensalz ist dem Gewächsalkali in den angeführten Eigenschaften so ähnlich, daß man seinen wesentlichen Unterschied nur durch die verschiedenen Verbindungen mit Säuren und Wahlverwandtschaften darthun kann, welche ihn aber auch sehr auffallend beweisen. Man gewinnt es aus der Asche verschiedener am gesalzenen Meere oder an Salzquellen wachsenden Pflanzen, und vorzüglich aus Neutralsalzen, in welchen es, wie z. B. im Kochsalze, mit einer Säure vereiniget, im Mineralreiche vorkömmt. Sein Geschmack ist weniger brennend und scharf, und zieht die Feuchtigkeit weniger an sich als das Gewächslaugensalz. Die Krystallen von diesem Salze verlieren an der Luft das Krystallisationswasser, und zerfallen in ein weißes Pulver.

Auch dieses Salz ist nach Herrn **Girtanner** höchst wahrscheinlich ein Produkt, und vor dem Verbrennen in den Pflanzen nicht enthalten. Uebrigens wird es nach dem neuern Systeme ebenfalls unter die unzerlegten Körper gezählet.

Diese beiden Laugensalze haben auf die Lebensluft und das Stickgas gar keine Wirkung, außer daß sie die darin befindliche Feuchtigkeit in sich nehmen, wenn sie trocken damit in Berührung kommen.

Das **flüchtige Laugensalz, urinöses Salz, Ammoniak** (alcali volatile, sal vrinosum, ammoniacum, alcali volatil, ammoniaque). Dieses Salz unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden Alkalien durch einen sehr lebhaften, stechenden und erstickenden Geruch, und durch seine große Flüchtigkeit. Es ist nicht allein dem Thierreiche eigen, sondern es findet sich auch in einigen vegetabilischen

und

und mineralischen Substanzen. In fester Gestalt können wir es nicht darstellen, sondern es erscheinet immer, wenn es ohne Verbindung ist, in Gasform; im Wasser läßt es sich aber aufgelöset erhalten, als tropfbar flüssiges Ammoniak, welches auch sonst unter dem Nahmen des **ätzenden Salmiakgeistes** bekannt ist. Nur mit Verbindung der Säuren gibt es feste Produkte, welche überhaupt **Ammoniakalsalze** genannt werden.

Das Ammoniak ist eine entzündliche Substanz. Wenn nämlich mit dem Ammoniakgas eine hinlängliche Menge von atmosphärischer Luft verbunden wird, so läßt es sich auch selbst durch den elektrischen Funken anzünden. Hieraus kann man schon abnehmen, daß das Ammoniak kein einfacher Körper sey. Bey der Untersuchung des salpetersauren Ammoniaks (Salpetersalmiaks), welches noch vor dem Glühen, und ohne Berührung mit verbrennlichen Körpern verpufft, hatte Herr **Berthollet** zuerst Gelegenheit *), das Ammoniak zu zersetzen. Als er nämlich diese Verpuffung in einem verschlossenen, und mit dem pneumatischen Apparat verbundenen Gefäße veranstaltete, fand er in der Vorlage mehr Wasser, als in dem verpufften Körper hätte enthalten seyn können, das aber in Vergleichung des zersetzten Salzes nur sehr wenig Salpetersäure enthielt. Das übrige in der Vorlage war Stickgas. Daraus schloß **Berthollet**, daß das Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzet sey, und daß bey der Operation der Wasserstoff des Ammoniaks mit dem Sauerstoff der Salpetersäure zu Wasser, und der andere Grundtheil des Ammoniaks und der Salpetersäure, nämlich der Stickstoff frey werde, und das Stickgas entweiche. Nach dieser Zeit haben die Antiphlogistiker eine Menge analytischer und synthetischer Versuche angestellet, welche die Zusammensetzung des Ammoniaks aus Wasserstoff und Stickstoff beweisen sollen.

*) Zerlegung des flüchtigen Laugensalzes; aus den mémoir. de l'Acad. des scienc. 1785. p. 316 sqq.; übers. in Crells chem. Annal. 1791. B. II. S. 169 u. f.

Man nehme eine ganz kleine Retorte, fülle dieselbe mit ganz trockenem Quecksilber an, und lasse nachher Ammoniakgas durch das Quecksilber gehen, so daß die Retorte bis an den Hals, der unterwärts gekrümmt und mit dem Quecksilberapparate verbunden ist, angefüllt wird. Hierauf bringe man unter dem Quecksilber ein Stück weißen Bleykalk in die Retorte, so daß dieser an dem Boden der Retorte in das Gas fällt, und das Quecksilber nicht berühret. Bringt man nachher die Flamme eines Wachslichtes unter die Stelle, wo der Bleykalk liegt, und erwärmt dieselbe, so sieht man, daß der Bleykalk in ein Bleykorn sich verwandelt, wobey zugleich einige Tropfen Wasser entstehen, und statt des Ammoniakgas nichts weiter als Stickgas zurückbleibt, welches einen größern Umfang hat, und das Quecksilber aus dem Halse der Retorte heraustreibt. Nach der Meinung der Antiphlogistiker soll sich hierbey der Wasserstoff des Ammoniaks mit dem Sauerstoffe des Bleykalks verbinden, und Wasser bilden, da hingegen der Stickstoff des Ammoniaks mit dem Wärmestoffe verbunden in Gasgestalt zurückbleibt.

Man lasse unter eine auf trockenem Quecksilber stehende, und mit übersaurem kochsalzgesäuerten Gas angefüllte Glocke wohl ausgetrocknetes Ammoniakgas gehen, so entsteht im Augenblick eine kleine weiße Flamme. Der überflüssige Sauerstoff verbindet sich nach der Meinung der Antiphlogistiker mit dem Wasserstoffe des Ammoniaks, und Wassertropfen zeigen sich in Menge an der innern Seite der Glocke. Herr **Girtanner** nennt diesen Versuch einen schönen Versuch, weil er gleichsam in einem Augenblicke die Zerlegung des Ammoniaks sowohl als die Zusammensetzung des Wassers zeige.

Man verbinde eine Retorte, in welcher Ammoniak enthalten ist, mit einem Flintenlaufe, welcher mit gepulvertem Braunstein angefüllt wird, und den Flintenlauf verbinde man mit dem pnevmatischen Apparate. Den Flintenlauf mache man glühend, und erwärme nachher die Retorte, welche das Ammoniak enthält, mit einem brennenden Wachslichte. Das Ammoniakgas wird durch den glühenden Braunstein

gehen,

gehen, und unter dem pnevmatischen Apparate wird man nitröse Luft erhalten. Dadurch nämlich ist das Ammoniak zerlegt und in Salpetersäure verwandelt werden, indem sich der Wasserstoff des Ammoniaks mit dem Sauerstoffe der Halbsäure verbunden hat.

Nimmt man zu diesem Versuche statt des Flintenlaufes eine Röhre von Porzellan, so erhält man salpetergesäuertes Ammoniak in Gasgestalt, Wasser und Stickgas. Herr **Girtanner** nennt diesen Versuch einen herrlichen Versuch, weil er zu gleicher Zeit die Bestandtheile des Wassers, die Bestandtheile der Salpetersäure und die Bestandtheile des Ammoniaks beweise.

Wenn man annimmt, daß die Elektricität bloß mechanisch nicht chemisch wirke, so wird die Zerlegung des Ammoniaks durch den elektrischen Funken mehr direkt, als in den vorigen Versuchen erwiesen. So ließ **Berthollet** wiederhohlte elektrische Funken durch Ammoniakgas im Quecksilberapparate gehen, und fand, daß sich das Gas in Stickgas verwandelte, und in seinem Umfange mehr als die Hälfte zunahm. Der eine Bestandtheil des Ammoniaks, nämlich der Wasserstoff, soll sich mit dem Sauerstoffe des Quecksilberkalks verbinden, womit das Quecksilber jederzeit als mit einem Häutchen bedecket ist; aus dieser Verbindung entstehet Wasser; der andere Bestandtheil hingegen, nämlich der Stickstoff mit dem Wärmestoffe verbunden, bleibe als Stickgas zurück.

Andere Versuche des Herrn **van Marum** *) beweisen, daß das Ammoniakgas durch den elektrischen Funken, welches in engen Glasröhren eingeschlossen war, in Stickgas und brennbares Gas zerleget wurde. Es verband sich nämlich der eine Grundstoff des Ammoniaks, der Stickstoff, mit einem Theile Wärmestoff zum Stickgas, und der andere

*) Description d'une grande machine électrique etc. Haarlem 1785. 4. maj. p. 128. prém. continuation des expériences faites etc. p. M. *van Marum* 1787. 4. maj.

dere Grundtheil, der Wasserstoff, mit dem andern Theile Wärmestoff zum brennbaren Gas.

Einige von denen Versuchen, welche die Zusammensetzung des Ammoniaks darthun, sind folgende. Man setze eine mit Wasser verdünnte Auflösung des Kupfers in Salpetersäure in einer Retorte dem Feuer aus, und verbinde den Hals der Retorte mit einem Flintenlaufe, der mit kleinen Stücken von Eisen angefüllet ist, und glühend erhalten wird, so erhält man unter dem pnevmatischen Apparate, womit das andere Ende des Flintenlaufs verbunden ist, Ammoniakgas. Die Salpetersäure und das Wasser werden beide in ihre Bestandtheile zerlegt, und der Stickstoff der erstern verbindet sich mit dem Wasserstoff des andern zum Ammoniak. Wenn man unter einer Glocke unter Quecksilber geschwefeltes Wasserstoffgas mit Stickgas vermischt, so erhält man Ammoniakgas. Man feuchte Zinnfeile mit schwacher Salpetersäure an, lasse die Mischung ein Paar Minuten stehen, und mische alsdann Pottasche oder reine Kalkerde damit, so wird man sogleich den Geruch des Ammoniakgas bemerken. Man vermische Salpetersäure mit Eisenfeil, Schwefel und ein wenig Wasser in einem Gefäße und verschließe es. Nach einer Stunde öffne man selbiges, so wird man einen starken Geruch von Ammoniak bemerken.

Auch in freyer Luft entsteht schon Ammoniak, wenn man mit Wasser angefeuchtete Eisenfeil der atmosphärischen Luft aussetzet, indem sich der Stickstoff der Luft mit dem Wasserstoffe des Wassers verbindet. Hieraus erklären die Antiphlogistiker die Entstehung des Ammoniaks in der Erde, vorzüglich in Kohlenminen und bey Vulkanen, indem jederzeit Ammoniak erzeuget wird, so oft Eisen, Wasser und Schwefel in der atmosphärischen Luft gemischt werden.

Zur Bestätigung dieser Theorie hat **Milner** [a]) einen sehr günstigen Versuch angestellet; er ließ nämlich das flüssige

[a]) Philosoph. transact. Vol. LXXIX. 1789. p. 300.; übers. in Grens Journ. der Physik. B. III. S. 83.

sige Ammoniak durch glühenden Braunstein in einem Flintenlaufe streichen, und erhielt dadurch nitröse Luft. Diesen Versuch hat **Milner** mit gleichem Erfolge oft wiederhohlet. Hierbey verbindet sich der Stickstoff mit dem entlassenen Sauerstoff des Braunsteins, welche mit dem Wärmestoffe das nitröse Gas bilden.

Herr **Gren** *) führet noch an, daß, wenn man Ammoniakgas mit Sauerstoffgas vermischt, und dieses Gemisch anzündet, das Produkt des Verbrennens Wasser und Stickgas sey. Daraus folgert er nun, daß das Ammoniak aus dem Wasserstoffe und Stickstoffe zusammengesetzet sey. Das Ammoniak, welches aus thierischen Körpern durch trockene Destillation derselben oder durch Fäulniß zum Vorschein komme, präexistire nicht in ihnen, sondern werde erst aus dem Wasserstoffe und Stickstoffe dieser Substanzen neu erzeuget und zusammengesetzt.

Wenn es seine Richtigkeit haben sollte, daß nach Herrn **Göttlings** neuern Versuchen Stickluft vielmehr durch die Einwirkung des Lichtes entstehet, so ließen sich doch noch manche Einwendungen gegen die Erklärung der Antiphlogistiker dieser so schönen Versuche machen.

M. s. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1794. 8. Cap. 4. **Gren** systemat. Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 310 u. f.

Lebensluft s. **Gas, dephlogistisirtes.**

Leere, leerer Raum (vacuum, spatium vacuum, vuide). Von dem Raume überhaupt können wir uns auf keine andere Art eine Idee machen, als zugleich bey der Vorstellung der Materie. Mit der Vorstellung der Materie ist die Vorstellung des Raums unzertrennlich verbunden. Die Materie ist nämlich bloße Erscheinung unserer äußern Sinne, und der Raum die wesentliche Form derselben. Ob also gleich Materie ohne Raum nicht gedenkbar ist, so kann man sich doch einen Raum vorstellen, in welchem

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 885.

welchem keine Materie enthalten ist, und dieser heißt alsdann ein **leerer Raum**. Ob aber leere Räume in der Natur wirklich vorhanden sind, daß kann weder schlechthin bejahet noch verneinet werden. Alles, was sich hiervon sagen läßt, beruht ganz allein auf metaphysischen Gründen, und selbst der dogmatische Physiker muß sich zuletzt darauf stützen. Die verschiedenen Begriffe des leeren Raumes haben ihre Beziehung auf die verschiedenen Begriffe der Bewegung und der bewegenden Kräfte.

In aller Erfahrung muß etwas empfunden werden, mithin muß auch der Raum, in dem wir über die Bewegung Erfahrung anstellen wollen, empfindbar, d. i. durch das, was empfunden werden kann, bezeichnet seyn, und dieser Raum heißt der **empirische** oder **materielle Raum**. Er ist folglich eben, weil er materiel ist, selbst beweglich. Ein beweglicher Raum aber, wenn seine Bewegung soll wahrgenommen werden können, setzt wiederum einen andern materiellen erweiterten Raum voraus, in welchen er beweglich ist, dieser eben so wieder einen andern und so fort bis ins Unendliche. Ein **absolut leerer Raum** also, d. i. ein solcher, welcher, weil er nicht materiel ist, auch kein Gegenstand der Erfahrung seyn kann, ist unmöglich. Gedenkt man sich demnach einen solchen absolut leeren Raum, so muß man ihn nicht als etwas annehmen, was zur Existenz der Dinge, sondern bloß als etwas, das zur Bestimmung der Begriffe gehöret. Fälschlich nahmen daher einige Naturforscher einen solchen für sich existirenden grenzenlosen leeren Raum an, dessen Daseyn schon vor der wirklichen Körperwelt vorhergegangen sey, und in welchem der Schöpfer die Körper gesetzet habe. So nahm unter den Alten die epikuräische Schule den Begriff vom Leeren an, wiewohl diese die Vereinigung der Atomen in diesem leeren Raume keinem Schöpfer, sondern einer zufälligen Ablenkung derselben vom geraden Wege zuschrieb. Auch **Musschenbroek** a) stellt sich den leeren Raum auf diese Weise vor.

In

a) Introduct. ad philosoph. natural. Tom. I. cap. 3. de spatio vacuo.

In einem andern Sinne versteht man unter dem leeren Raume denjenigen, welcher mit Materie nicht erfüllet ist, d. h. worin dem Eindringen des Beweglichen nichts anderes Bewegliches widerstehet, und dieser Raum kann entweder der leere Raum in der Welt (vacuum mundanum), oder wenn diese als begrenzt vorgestellt wird, der leere Raum **außer der Welt** (vacuum extramundanum) seyn; der erstere auch entweder als **zerstreueter** (vacuum disseminatum), welcher nur einen Theil des Volumens ausmacht, oder als **gehäufter leerer Raum** (vacuum coacervatum), welcher die Körper, z. B. die Weltkörper, von einander absondert, vorgestellet werden. Diese Unterscheidung ist zwar eben nicht wesentlich, weil sie nur auf den Unterschied der Plätze, welche man dem leeren Raum in der Welt anweiset, beruhet, aber doch in verschiedener Rücksicht brauchbar; ersterer nämlich, um den specifischen Unterschied der Dichtigkeit, und der zweyte um die Möglichkeit einer von allem äußern Widerstande freyen Bewegung im Weltraume davon abzuleiten. Den leeren Raum in ersterer Absicht nach der dynamischen Lehre anzunehmen ist nicht nöthig, da die Erfüllung des Raumes, die unendlich verschieden seyn kann, auch unendlich verschiedene specifische Dichtigkeiten der Materie möglich macht; daß es aber unmöglich sey, kann aus seinem Begriffe allein nach dem Satze des Widerspruchs keinesweges bewiesen werden. Indessen, wenn auch kein logischer Grund der Verwerfung desselben aufzufinden wäre, könnte doch ein allgemeiner physischer Grund da seyn, ihn aus der Naturlehre zu verweisen. Nimmt man nämlich an, daß eine feine im ganzen Weltraume verbreitete Materie vorhanden sey, welche Meinung manche Gründe für sich hat (m. s. **Aether**), so würde der leere Raum innerhalb der Materien, wenn gleich nicht logisch, doch dynamisch, mithin physisch unmöglich seyn, weil jene Materie sich in die leeren Räume, die man innerhalb derselben annähme, von selbst ausbreiten und sie jederzeit erfüllt halten würde. Nach dem atomistischen Systeme ist man

man freylich in die Nothwendigkeit versetzet, einen zerstreuet leeren Raum anzunehmen, indem es sonst ganz unmöglich wäre, Materie von verschiedener Dichtigkeit zu gedenken. Allein die Annahme des zerstreut leeren Raumes ist nach diesem Systeme nicht weniger hypothetisch, als die Verwerfung desselben nach dem dynamischen System.

Auch ein leerer Raum außer der Welt, wenn man unter dieser den Inbegriff aller vorzüglich attractiven Materien (der großen Weltkörper) verstehet, würde dynamisch betrachtet aus eben den angeführten Gründen unmöglich seyn, weil nach dem Maße als die Entfernung von diesen zunimmt, auch die anziehende Kraft auf die im ganzen Weltraume verbreitete feine Materie im umgekehrten Verhältnisse abnimmt, diese also selbst nur ins Unendliche an Dichtigkeit abnehmen, nirgends aber den Raum ganz leer lassen würden.

Was endlich den leeren Raum in mechanischer Absicht betrifft, so ist dieser das gehäufte Leere innerhalb des Weltganzen, um den Weltkörpern freye Bewegung zu verschaffen. Die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desselben beruht nicht auf metaphysischen Gründen, sondern dem schwer aufzuschließenden Naturgeheimnisse, auf welche Art die Materie ihrer eigenen Ausdehnung Schranken setzet. Wenn man aber annimmt, daß Materie ihren Raum mit größerer oder bis ins Unendliche immer kleinern Ausdehnungskraft erfüllt, so möchte wohl, um der freyen dauernden Bewegung der Weltkörper willen, einen leeren Raum anzunehmen unnöthig seyn, weil der Widerstand, selbst bey gänzlich erfülltem Raume, alsdann doch so klein als man will gedacht werden kann.

Die Epikuräer vertheidigten den leeren Raum im ausgedehntesten Umfange, und **Lucrez** *) gibt verschiedene Beweise, wovon sich aber die meisten auf den zerstreuet leeren Raum beziehen. Die Peripatetiker hingegen schreiben der

*) De rerum natur. lib. I. v. 335. 370. 385.

der Natur eine Abneigung gegen den leeren Raum zu, und suchen daraus verschiedene Phänomene zu erklären.

Cartesius [α]) läugnete gänzlich alle Leere in der Körperwelt, welche er sich allenthalben unbegrenzt, und so vollkommen mit Materie ausgefüllt vorstellet, daß weder im Ganzen noch zwischen den Theilen der Körper ein leerer Raum anzutreffen ist. Sein absolut voller Raum ist ein Hauptgrundsatz in seinem Systeme. Diesemnach ist er der atomistischen Vorstellung gemäß genöthiget, die verschiedene Dichte als ein bloßes Phänomen zu betrachten, welches aus der verschiedenen Menge der in die Zwischenräume eingedrungenen subtilen Materie entstehe, alle Bewegung aber für kreisförmig, d. i. so zu erklären, daß ein Körper den zweyten, dieser den dritten u. s. f. im Kreise fortgerechnet aus der Stelle treibe, der letzte aber an die Stelle des erstern wieder eintrete.

Newton [β]) hingegen bestritt **Cartesens** vollen Raum mit allem Rechte, indem beide die Sache bloß nach dem atomistischen Systeme betrachteten. Natürlich müßten alsdann alle Bewegungen in einer solchen compakten Masse von materiellen Theilen, die als absolut undurchdringlich zu betrachten sind, einen unendlichen Widerstand finden. Wenn man auch mit **Cartesen** annehmen wollte, daß die subtile Materie so fein zertheilet sey, daß sie fast gar nicht mehr widerstehe, so könnte, wie **Newton** that, gezeiget werden, daß dieß nur leere Behauptung wäre, indem auch die feinste Zertheilung der Materie den Widerstand nicht merklich ändere, welchen der volle Raum dem bewegten Körper entgegensetzet. So würde eine Kugel, welche sich in einem cartesianischen vollen Mittel bewegte, bey aller Feinheit und Flüssigkeit desselben, dennoch mehr als die Hälfte ihrer Bewegung verlieren, ehe sie noch die dreyfache Länge ihres Durchmessers durchlaufen hätte. Es würde daher gar nicht möglich seyn, daß ein Mensch sich von der Stelle bewegte, geschweige

α) Princip. philos. P. II. §. 10 sqq.
β) Princip. lib. II.

schweige denn, daß die Himmelskörper, deren Lauf keine merkliche Retardation zeiget, in einem vollkommen dichten Mittel fortgehen könnten.

Alle diese Einwendungen aber, welche **Newton** gegen den vollen Raum beygebracht hat, fallen sogleich weg, wenn man alles dynamisch betrachtet. Denn die ausdehnende Kraft der im Raume befindlichen Materie kann so gering als man will seyn, so daß der Widerstand gegen die Bewegung der ankommenden Körper unendlich gering ist.

Man versteht auch unter dem Worte **Leere**, oder **leerer Raum**, **Vacuum**, einen bloßen **luftleeren Raum** (spatium ab aëre vacuum). Weil die Luft auf unserer Erde vermöge ihrer Elasticität in alle Räume eindringt, welche von anderer Materie leer sind und zu welchen ihr der Zugang offen ist, so läßt sich kein anderer luftleerer Raum bewerkstelligen, als durch die Kunst. Der durch die Luftpumpe bewirkte luftleere Raum, der **boylische** oder vielmehr **guerickische** (vacuum Boylianum, Guerickianum, vuide de Boyle) ist eigentlich nicht vollkommen luftleer, sondern nur ein verdünnter Raum. Hingegen der Raum über dem Quecksilber im Barometer, die **torricellische Leere**, soll bey einem guten Barometer vollkommen luftleer seyn. Feinere Materien, welche auch das Glas durchdringen, können aus solchen Räumen nicht entfernet werden.

M. s. **Kant** metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Riga, 1787. 8. S. 155 u. f.

Leicht (leve, léger). Dieses Wort drückt bloß einen relativen Begriff aus, indem man nicht bestimmen kann, wie leicht ein Körper an sich ist, sondern nur wie viel er leichter als der andere ist. Bey dieser Vergleichung kann die Leichtigkeit des einen Körpers gegen die des andern unendlich klein, d. h. sein absolutes Gewicht = 0 oder wohl gar negativ seyn. In diesem Falle müßte der Körper von der Erde entfliehen. Einen solchen Körper kennen wir auf unserer Erde nicht, indem alle Erfahrung und selbst andere

Gründe

Gründe beweisen, daß die uns bekannte Materie gegen die Erde schwer ist. Es haben zwar einige Chemiker gewisse Materien, als z. B. Licht, Wärmestoff, Phlogiston u. d. g. als negativ schwer angenommen; allein ihre Beweise sind keines Weges hinreichend, diese Ausnahme so weniger Stoffe von der allgemeinen Regel als wahr zu erkennen.

Specifisch leichter oder **leichtartiger** (specifice levius) als ein anderer, heißt ein Körper, welcher bey gleichem Volumen ein kleineres absolutes Gewicht als jener hat.

Leichtigkeit (leuitas, légèreté). Dieser Ausdruck ist ebenfalls nur ein relativer Begriff. Ein Körper besitzet nämlich eine größere Leichtigkeit als ein anderer, wenn jener ein geringeres absolutes Gewicht als dieser hat.

Leidner Flasche s. **Flasche, geladene.**

Leidner Vacuum, kleistisches Vacuum (vacuum Leidense, vuide de Leide). Hierunter versteht man eine belegte Flasche (fig. 38.) cf, aus der die Luft ausgezogen werden kann, um die elektrischen Erscheinungen im luftleeren Raume anzustellen. Herr **Henly** hat diese Vorrichtung vorzüglich dieserwegen erfunden, um die franklinische Theorie der Elektricität zu beweisen.

Die äußere Fläche dieser Flasche wird etwa drey Zoll hoch mit Stanniol belegt; die innere Fläche brauchet aber nicht beleget zu werden, da die elektrische Materie den luftleeren Raum durchdringt, und schon dadurch mit dem Knopfe c in leitender Verbindung stehet. Der Hals derselben ist in eine messingene Kappe eingekittet, die eine Oeffnung mit einem Ventile hat, und von dieser Kappe geht ein Draht mit einer stumpfen Spitze tief in die Flasche hinein. Man zieht vermittelst einer kleinen Handluftpumpe die Luft aus der Flasche, und schraubt auf die Kappe die messingene Kugel c auf. Unten bey f ist eine Mutterschraube angekittet, um die Flasche auf einen isolirten Handgriff oder ein Stativ fest schrauben zu können. e und g sind klein zugespitzte Drähte, welche man benöthigten Falls in die Kugel c und in das Stück f einschrauben oder auch wieder wegnehmen kann.

Schraubt man diese Flasche luftleer auf einen isolirten Handgriff, und bringt die Spitze g gegen einen positiv elektrisirten Leiter, so zeigen sich im Dunkeln bey g und d leuchtende Sterne oder Punkte, bey e hingegen strömt ein Strahlenbüschel aus. Bringt man e gegen den positiv elektrisirten Conduktor, so ist bey e ein leuchtender Punkt, bey d und g aber erscheinen Strahlenbüschel. Wird im Gegentheil g gegen einen negativ elektrisirten Conduktor gehalten, so zeigen sich die Strahlenbüschel bey g und d, der leuchtende Punkt bey e; und wenn e gegen den negativen Conduktor gebracht wird, so ist ein Strahlenbüschel bey e, und die leuchtenden Punkte erscheinen bey d und g. Bey diesen Versuchen zeigen sich die Strahlenbüschel bey g sehr stark und deutlich, und erfüllen den ganzen Raum der Flasche mit ihrem Lichte.

Nimmt man die Dräthe e und g weg, hält die Flasche beym Boden, und bringt den Knopf c gegen den positiven Conduktor, so erscheinet bey d ein Strahlenbüschel; hingegen ein leuchtender Stern, wenn man die Flasche bey c hält, und mit dem Boden an den positiven Conduktor bringt. Alle diese Erscheinungen stellen sich verkehrt dar, wenn der Conduktor negativ elektrisiret ist.

Diese Versuche zeigen deutlich, daß das elektrische Licht von + E und — E verschieden sey; die Spitzen nämlich, welche + E annehmen, geben leuchtende Sterne, und welche — E annehmen, Strahlenbüschel. Könnte nun hier mit völliger Gewißheit bewiesen werden, daß der leuchtende Stern ein Eindringen des + E anzeige, so wäre auch durch diese Versuche die Theorie Franklins direkt bewiesen.

M. s. Cavallo vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Th. I. Leipz. 1797. 8. S. 220. Adams Versuch über die Elektricität. Leipzig 1785. 8. S. 78 und 82.

Leidner Versuch s. **Flasche, geladene.**

Leiter der Elektricität, Leiter, leitende Körper, anelektrische Körper, symperielektrische Körper (conductores electricitatis, corpora conducentia s. anelectrica,

ctrica, symperielectrica, conducteurs, corps anélectriques, symperiélectriques) heißen diejenigen Körper, welche die Elektricität ohne großen Widerstand durch ihre eigene Substanz verbreiten oder fortführen. Man muß sich aber keinesweges die Vorstellung machen, als wenn die Leiter nicht geschickt wären, in ihnen ursprüngliche Elektricität zu erregen, als durchs Reiben. Man darf nur dergleichen Körper isoliren, so werden diese durchs Reiben ebenfalls alle elektrische Erscheinungen geben, wie Versuche gelehret haben [a]). Sind hingegen die Leiter nicht isoliret, so führen sie auch die entweder ihnen mitgetheilte oder in ihnen durchs Reiben erregte Elektricität in den Erdboden über. Dieser Umstand hat vorzüglich Veranlassung gegeben, die Leiter mit dem Nahmen **unelektrischer Körper** zu belegen; **symperielektrische Körper** heißen sie dieserwegen, weil man sie mit fremder Elektricität versehen kann, im Gegensatze mit den **idioelektrischen**.

Wenn die dem Leiter mitgetheilte Elektricität durch dessen Substanz so fortgeführet werden könnte, daß ihr gar kein Widerstand von selbigem entgegengesetzet würde, so wäre alsdann dieser Leiter ein vollkommener Leiter. Dergleichen kann es aber in der Natur nach dynamischen Principien gar nicht geben; selbst der beste Leiter hat etwas von der Natur der Nichtleiter, so wie der beste Nichtleiter in etwas leitend ist.

Die Leiter nehmen die elektrische Materie sehr leicht an, führen sie in einem Moment über die ganze Oberfläche hin, und behalten sie eine Zeitlang in sich, wenn sie isoliret sind. Daher sind sie bey der Mittheilung und Anhäufung der elektrischen Materie vorzüglich brauchbar. Eben dieserwegen wird mit jeder Elektrisirmaschine wenigstens ein isolirter Leiter verbunden, welcher der **erste Leiter, Hauptleiter,** auch **Conduktor der Maschine** (conductor principalis, conducteur de la Machine) genannt wird.

a) *Hemmer* sur l'électricité des métaux; im Journ. de physique. Juill. 1780. p. 50. *Herbert* theoria phaenom. electricor. Vindob. 1778. p. 15.

Die besten Leiter sind folgende:

Alle Metalle nach dieser Ordnung: Gold, Silber, Kupfer, Messing, Eisen, Zinn, Quecksilber, Bley, Halbmetalle.

Erze, unter welchen diejenigen die besten sind, in welchen das metallische den größten Theil ausmacht, und die den Metallen selbst am nächsten kommen.

Kohlen von animalischen und vegetabilischen Substanzen.

Die flüssigen Theile thierischer Körper.

Alle flüssige Körper, Luft und Oele ausgenommen.

Die Ausflüsse brennender Körper.

Eis aber nur in einer Kälte, welche noch nicht den 13ten Grad unter 0 nach Fahrenheit erreicht.

Schnee.

Die meisten salzigen Substanzen, worunter die metallischen Salze die besten sind.

Steinartige Substanzen, am besten die weichern.

Dünste des heißen Wassers.

Luftleerer Raum.

Selbst alle Nichtleiter werden durch Feuchtigkeit, und viele andere durch große Hitze, als z. B. Glas, Luft u. s. f. leitend. Daraus folgt, daß alle elektrische Körper, ehe man die ursprüngliche Elektricität in ihnen erreget, wohl gereiniget, getrocknet, und einige sogar stark erwärmet werden müssen, um alle Feuchtigkeit wegzuschaffen. Uebrigens laufen die Grenzen der Leiter und Nichtleiter so in einander, daß es Körper gibt, die man zu beiden Classen rechnen kann. M. s. **Halbleiter.**

Auch können selbst einerley Materien, wenn sie auf verschiedene Art zubereitet werden, aus Leiter sich in Nichtleiter und umgekehrt verwandeln. Ein frisch vom Stamme abgehauenes Stück Holz ist ein guter Leiter, gedörrt wird es ein Nichtleiter; zu Kohle gebrannt wieder ein guter Leiter, und in Asche verwandelt ein Nichtleiter.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. 8. S. 13 u. f.

Leiter, erster s. Elektrisirmaschine.

Leiter, leuchtender (conductor lucens, conducteur lumineux) ist ein von **Henly** erfundener erster Leiter, bey welchem man an der Elektrisirmaschine eben die Erscheinungen wahrnimmt, welche das leidner Vacuum nach Art einer geladenen Flasche zeiget.

Der mittlere Theil (fig. 39.) a ist eine Glasröhre von etwa 18 Zoll Länge und 3 bis 4 Zoll im Durchmesser. An beide Enden dieser Röhre sind die beiden messingenen Stücke fd und be luftdicht angekittet. Eins davon hat eine Spitze i und das andere einen Draht mit einem Knopfe g. Aus jedem von den Stücken fd, be geht ein Draht mit einem Knopfe inwendig in die Höhlung der Glasröhre. Eins von den messingenen Stücken fd oder be besteht aus zwey Theilen, d. i. aus der Kappe f, welche an die Glasröhre gekittet ist, und im Deckel eine Oeffnung mit einem Ventil oder Klappe hat, wodurch man die Luft vermittelst einer kleinen Handluftpumpe aus der Glasröhre ausziehen kann; und der runden Haube d, welche auf die Kappe f aufgeschraubet wird. Dieß ganze Werkzeug steht auf zwey gläsernen Füßen, welche im Fußbrete h befestiget sind.

Hat man die Luft aus der Glasröhre ausgezogen, die messingene Haube d aufgeschraubet, und die Spitze c nahe an den Cylinder einer Elektrisirmaschine gebracht, so zeigt sich im Dunkeln an der Spitze c ein Stern, die ganze Glasröhre ist mit einem schwachen Lichte erleuchtet, von dem Drahte bey fd strömt ein Strahlenbüschel aus, der andere Draht und Knopf bey be ist mit einem hellen Sterne erleuchtet.

Alle diese Erscheinungen zeigen sich aber in umgekehrter Ordnung, wenn man die Spitze c gegen das Reibzeug der Maschine stellet, und es erscheinet alsdann selbst bey c ein Strahlenkegel.

Besitzen die Drähte in der Röhre a statt der Knöpfe Spitzen, so sind die Erscheinungen des Lichtes eben dieselben, nur viel schwächer.

Diese Versuche zeigen eben so, wie beym leidner Vacuum, den Unterschied des elektrischen Lichtes von + E und — E. Sie ergeben, daß Körper, welche + E annehmen, Sterne, und welche — E annehmen, Büschel zeigen. Allein sie erweisen eben so wenig, wie beym leidner Vacuum die Wahrheit der franklinischen Theorie.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. B. I. Leipzig 1797. 8. S. 202.

Leiter der Wärme s. **Wärme.**

Leuchtende Körper (corpora lucentia, corps lumineux) heißen diejenigen Körper, welche eigenes nicht geborgtes Licht in unsere Augen senden. Diesen Körpern werden die **dunkeln** entgegengesetzet, welche bloß das Licht, das sie von andern Körpern erhalten, in unser Auge zurückwerfen. Es kann aber ein für sich leuchtender Körper so vieles Licht aussenden, daß andere Körper ihren Glanz verlieren, und nicht mehr gesehen werden. So kann man beym hellen Tageslicht wegen des starken Glanzes der Sonne die des Nachts schimmernden Fixsterne nicht erkennen.

Für sich leuchtende Körper sind die Sonne, die Fixsterne, alle brennende und bis zum Glühen erhitzte Körper, faules Holz, einige Insekten und Gewürme, faules Fleisch, besonders faule Fische u. d. gl. Der **Urinphosphor** und andere durch die Kunst bereitete Phosphore. Auch gibt es Körper, welche im Dunkeln leuchten, wenn sie vorher dem Lichte ausgesetzet werden, wie z. B. die so genannten **Leuchtsteine.** Von diesen und von den künstlichen Phosphorn unter dem Artikel **Phosphor.**

Unter den leuchtenden Insekten führt **Thomas Bartholin** [a]) vier Gattungen an, zwey mit Flügeln und zwey ohne Flügel; nach den Berichten der Reisenden aber sollen in heißen Ländern noch weit mehrere anzutreffen seyn. Am bekanntesten ist der so genannte **leuchtende Johanniswurm** oder **Johanniskäfer** (lampyris nocticula, ver luisant). Das Weibchen leuchtet am ganzen Leibe und ist unge-

[a]) De luce animalium. Hafn. 1669. 8.

ungeflügelt; das Männchen aber besitzet Flügel und leuchtet nur aus zwey Punkten der letzten Bauchringe. Das Leuchten dieser Thiere ist bald stärker, bald schwächer, und scheint nach einigen von der Willkür desselben abzuhangen. Nach der Vermuthung des Herrn von **Reaumür** [α]) rühret das Leuchten von einer besondern Gährung her, welche zur Zeit der Begattung vor sich gehet. Neuere Versuche mit den Johanniswürmern aber haben gelehret, 1) daß sie lange Zeit im luftleeren Raume so wohl als in verschiedenen Gasarten leben können; 2) daß sie die Gasarten, in welchen sie sich aufhalten, nicht verschlimmern, sondern verbessern, obwohl dieß auch von einigen geläugnet wird; 3) daß das Licht nicht stärker wird, sie mögen sich aufhalten, in welcher Art von Gas sie wollen. Die Herrn **Forster** und **Sömmering** wollen zwar wahrgenommen haben, daß das Leuchten in Lebensluft weit stärker und anhaltender sey; 4) daß das Leuchten durch kleine leuchtende Körper hervorgebracht wird, welche das Insekt mit einer Haut bedecken kann; 5) daß man diese leuchtenden Körper von den Insekten trennen kann, ohne dasselbe zu verletzen, und daß es nachher fortlebt, ohne ferner zu leuchten; 6) daß diese leuchtenden Punkte von dem Insekte getrennt noch eine Zeitlang zu leuchten fortfahren. Auch sind noch einige Arten vom Springkäfer (elater) der Cicade und der Assel leuchtend.

Eine merkwürdige Art von Muscheln, **Pholaden** genannt, welche sich selbst Höhlen in allerley Arten von Gestein u. s. w. machen, leuchtet des Nachts mit einem phosphorischen Scheine. Schon **Plinius** [β]) bemerket dieß, der sie dactylos nennt, und führet dabey an, daß sie im Munde desjenigen, welcher sie ißt, leuchten, und desselben Hände und Kleider durch ihre Feuchtigkeit glänzend machen. **Reaumür** [γ]) und **Beccari** [δ]) haben die Umstände bey

α) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1723.
β) Historia naturalis. lib. IX. c. 6.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1723.
δ) Commentat. Bonon. Vol. II. p. 232 sqq.

bey dem Leuchten dieser Thiere am sorgfältigsten beobachtet. Das Leuchten hört auf, wenn dieses Thier in die Fäulniß übergehet oder auch wenn es getrocknet ist, kann aber durch Schütteln im Wasser und durch Benetzung mit süßen und salzigen Wasser wieder leuchtend gemacht werden. Durch den Weingeist oder Essig hört das Leuchten sogleich auf. Wenn man diese Pholaden im Wasser oder Milch schüttelt, so machen sie diese ganze Masse leuchtend. Unter allen Flüssigkeiten, in welche die Pholaden gebracht wurden, ward Milch am leuchtendsten gemacht. Eine einzige Pholade gab 7 Unzen einen solchen Glanz, daß man dadurch die Gesichter der Umstehenden zu unterscheiden im Stande war. Zur Hervorbringung dieses Lichtes schien die Luft nothwendig zu seyn, indem die Pholaden unter dem luftleeren Recipienten ihr Leuchten verloren. Wurde dieses Thier im Honig aufbewahret, so konnte sein Leuchten über ein Jahr erhalten werden. Außer diesen gibt es noch eine unzählbare Menge **Nereiden**, **Medusen** und **Seefedern**, die im Meere herumschwimmen und leuchten.

Daß das in Fäulniß übergehende Fleisch leuchtend sey, bemerkte **Fabricius ab Aquapendente** [α]) zuerst am Lammfleische. Die nächste Beobachtung einer solchen Erscheinung machte **Bartholin** zu Montpellier im Jahre 1641, da ein Stück Fleisch nur an gewissen Stellen leuchtete, als wenn eine Anzahl Diamanten von ungleichem Glanze darüber verstreuet gewesen wäre. Nachdem dieß Stück Fleisch völlig in Fäulniß übergegangen war, so hörte es zu Leuchten auf. Eine ähnliche Erscheinung bemerkte **Boyle** [β]) an einem Stücke noch eßbaren Kalbfleische. Am vorzüglichsten aber wird das Leuchten bey faulenden Fischen bemerket. **Boyle** [γ]) hat hierüber verschiedene Beobachtungen angestellet, und gefunden, daß das Leuchten der Fische unter dem

α) De visione etc. Venet. 1600. fol.
β) Philos. transact. n. 89.
γ) Philosoph. n. 31. p. 581. Abhandlung zur Naturg., Physik und Oekonomie; aus dem philos. Transact. Leipz. 1779. gr. 4. Th. I. S. 228 u. f.

dem luftleeren Recipienten entweder ganz aufhörte, oder doch beträchtlich vermindert wurde. Zu diesen seinen Versuchen gebrauchte er vorzüglich die Weißfische (whitings). D. **Beal** [α]) machte schon im Jahre 1665 von einer Salzbrühe, in welcher frisch bekochte Makrelen einige Zeit gelegen hatten, folgende Beobachtung. Wenn sie umgerühret wurde, so fing sie zu leuchten an, ja selbst die Tropfen, welche hiervon anderswo hinfielen, gaben einen starken Glanz von sich. Noch mehr aber leuchteten die Fische selbst, doch nur auf der obern Seite. Am folgenden Tage zeigte sich das Licht beym Umrühren noch stärker, und die Fische leuchteten nun auf beiden Seiten. Nach zweyen Tagen gingen sie ganz in Fäulniß über, und hörten alsdann gänzlich zu leuchten auf. **Martin** [β]) glaubte allen Seefischen die Eigenschaft des Leuchtens zuschreiben zu können, besonders den mit weißen Schuppen. Besprengung mit Salze oder eine geringe Erwärmung vermehrten das Leuchten, welches aber bey stärkerem Feuer verschwand. Die genauesten Versuche hat **Canton** [γ]) angestellet. Nachdem er einen kleinen frischen Weißfisch 24 Stunden lang im Seewasser hatte liegen lassen, so leuchtete er an der obern Seite, das Wasser selbst aber war dunkel. Fuhr er mit einem Stecken durch das Wasser, so leuchtete es längs dem ganzen Wege, den dieser genommen hatte, und nach dem Umrühren ward die ganze Wassermasse durchaus leuchtend. Am hellsten war das Wasser, nachdem der Fisch 48 Stunden darin gelegen hatte, wollte aber nach drey Tagen nicht mehr leuchten, wenn es gleich umgerühret ward. Hierauf legte er einen frischen Hering in Seewasser, und fand die andere Nacht die ganze Oberfläche desselben helle, ohne daß es umgerührt zu werden brauchte, leuchtete jedoch nach dem Umrühren weit mehr. In der dritten Nacht darnach ward das Seewasser durchs Umrühren so leuchtend, daß man die Zeit auf einer Uhr dadurch erkennen konnte. Erst am siebenten

Tage

α) Philosoph. transact. n. 13. pag. 226.
β) Schwed. Abhandlung. B. XXIII. S. 225.
γ) Philos. transact. Vol. LIX. p. 446 sq.

Tage verschwand das Licht gänzlich. Süßes Wasser hingegen, in welches er einen Hering geleget hatte, blieb beständig dunkel. Wenn er statt des Seewassers Salzwasser von gleicher Stärke mit jenem nahm, so verhielt sich alles genau so, wie das wahre Seewasser; sehr stark gesalzenes Wasser hingegen gab gar kein Licht von sich. Der Hering, welcher im letztern gelegen hatte, war nach dem Abwaschen noch völlig gut, im erstern aber weich und faulicht. Aus allen diesen erhellet, daß das Leuchten von der Neigung zur Fäulniß herrühre, welche nach **Pringle** *) durch schwach gesalzenes Wasser oder Seewasser befördert wird, da hingegen stark gesalzenes Wasser die Fäulniß hindert.

Von dem Leuchten des Meereswassers s. m. den Artikel, **Meer.**

Ueber das Leuchten des faulen Holzes hat **Boyle** die meisten Versuche angestellet. Nachdem er ein Stück unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, und die Luft ausgepumpet hatte, so hörte das Leuchten desselben nicht sogleich, sondern erst einige Zeit darnach völlig auf. In verdichteter Luft konnte er keine Vermehrung des Leuchtens bemerken; auch fand er, daß es, um den Glanz fortdauernd zu erhalten, nicht nöthig sey, dem faulen Holze Zugang der frischen Luft zu verstatten, denn es leuchtete fort, nachdem er es in eine zugeschmolzene Glasröhre gethan hatte, auch wenn diese Röhre unter einem luftleeren Recipienten lag. In allen Flüssigkeiten hingegen verlor es seinen Glanz sogleich, so wie in einer sehr starken Kälte, die er durch erkältende Mischungen hervorgebracht hatte. Er bemerkte ferner, daß verfaultes Holz durch das Leuchten nicht abzehrte, und also man vermittelst des Thermometers nicht den geringsten Grad von Hitze daran entdecken konnte. **Boyle** macht eine umständliche Vergleichung zwischen dem Lichte glühender Kohlen und dem Lichte eines leuchtenden Fisches oder Holzes, um zu zeigen, worin sie übereinkommen oder von einander abgehen.

Auch

*) Exper. on septic and antiseptic. substances.

Auch gibt es einige Barometer, welche im Dunkeln leuchten, wenn sie geschüttelt werden. Man weiß aber, daß dieß eine elektrische Erscheinung sey.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel.** S. 407 u. f.

Libration s. **Schwanken des Mondes.**

Licht (lux, lumen, lumière) ist dasjenige, was uns unser Auge rühren muß, wenn wir die um und neben uns befindlichen Sachen sehen sollen. Vor jetzt stellen wir uns dieß als eine zarte Materie vor, welche sich von denen Objekten, die wir sehen, nach allen Seiten verbreitet.

Verschiedene Körper sind für sich leuchtende Körper. M. s. **leuchtende Körper;** andere hingegen empfangen erst von den für sich leuchtenden Körpern ihr Licht, oder werden davon erleuchtet. M. s. **dunkele Körper.** Man stellt sich also vor, daß für sich leuchtende Körper ursprüngliches Licht nach allen Seiten hinaussenden, die davon erleuchteten Körper aber das geborgte Licht in unser Auge zurückwerfen. Vermöge der Erfahrung sehen wir einen für sich leuchtenden oder anders woher erleuchteten Körper nur alsdann, wenn von allen Punkten desselben gerade Linien in unser Auge gezogen werden können. Sobald aber eine von diesen Linien durch einen andern zwischen das Auge und den leuchtenden Körper gebrachten Körper unterbrochen wird, so können wir selbigen wenigstens an dieser Stelle nicht sehen. Indessen gibt es auch für sich nicht leuchtende Körper, welche dieses in dem letzten Falle nicht verhindern, sondern wir sind immer noch im Stande, die leuchtenden Körper durch sie zu erkennen. Daher kömmt der Unterschied von **durchsichtigen** und **undurchsichtigen** Körpern; jene lassen nämlich das Licht durchscheinen, diese aber nicht. Es bleibt uns also ein für sich leuchtender Körper oder anders woher erleuchteter nur sichtbar, wenn keine von den geraden Linien, die man von den Punkten des Körpers in unser Auge ziehen kann, einen undurchsichtigen Körper trifft. Uebrigens kann man einen leuchtenden Punkt überall

sehen,

sehen, das Auge mag in Ansehung desselben eine Lage haben, was es für eine will, wenn nur zwischen demselben, und dem Auge kein undurchsichtiger Körper sich befindet. Man hat also Grund genug, folgenden Satz vermöge der Erfahrung als wahr anzunehmen: das Licht eines für sich leuchtenden oder auch anders woher erleuchteten Punktes gehe nach allen Seiten in geraden Linien aus.

Diese geraden Linien, in welchen sich die Lichttheilchen hinter einander bewegen, nennt man **Lichtstrahlen** (radii lucis, rayons de lumière). Man kann sich daher vorstellen, daß das Licht von jedem leuchtenden oder erleuchteten Punkte als eine Sphäre von unbestimmter Größe sich verbreitet, deren Mittelpunkt der strahlende Punkt ist, und deren Halbmesser die Lichtstrahlen sind. Ob das Licht seinen Raum als Continuum erfülle, oder ob es sich in abgesonderten nicht contiguirlichen Strahlen verbreite, davon soll nachher geredet werden. Es sey das eine oder das andere, so kann man sich doch jederzeit die Vorstellung machen, als ob die Strahlen nicht continuirlich von dem leuchtenden Punkte sich verbreiteten, indem man ihre Entfernungen von einander doch so klein als man will annehmen kann, so daß sie zuletzt selbst bey dieser Vorstellung den Raum als ein Continuum erfüllen könnten. Hierdurch erlangt man aber den Vortheil, daß sich nun die Untersuchung der Gesetze des Lichtes, ohne weitere Rücksicht auf das Wesen des Lichtes zu nehmen, auf Betrachtung gerader Linien, d. i. auf Geometrie bringen läßt. Daher auch die Lehre vom Lichte unter dem Nahmen der optischen Wissenschaften einen Haupttheil der angewandten Mathematik ausmachet. Hiervon die Artikel **Optik, Dioptrik, Katoptrik, Brechung, Zurückwerfung, Beugung des Lichtes, Auge, Bild, Sehen, Linsengläser** u. s. Im gegenwärtigen Artikel wird allein vom Lichte im Allgemeinen geredet werden.

Was die Geschwindigkeit der Ausbreitung der Lichtstrahlen von dem strahlenden Punkte betrifft, so bemüheten sich schon **Galilei** und nach ihm die Mitglieder der Akademie

del

del Cimento zu Florenz, wiewohl vergeblich, selbige durch Fackeln zu messen, welche in gewissen Entfernungen von einander gestellt, und in einerley Augenblicke aufgedeckt werden sollten *). Diese Versuche mußten nothwendig mißglücken, weil die Zeit, die das Licht braucht, um einen auf der Erde zu übersehenden Raum zu durchlaufen, für uns nicht mehr meßbar ist. Auf welche Art man auf die Entdeckung, daß das Licht wirklich zu seiner Bewegung Zeit gebrauche, gekommen sey, das ist bereits unter dem Artikel, **Abirrung des Lichtes** (Th. I. S. 8.) erzählet worden. Hiernach verhält sich die Geschwindigkeit des Lichtes zu der, womit die Erde um die Sonne läuft, wie 10310 : 1; zu der Geschwindigkeit, womit ein Punkt des Aequators der Erde um die Axe geführet wird, wie 653539 : 1; und zu der Geschwindigkeit des Schalles in der Luft beynahe wie 976000 : 1. Diese Geschwindigkeit des Lichtes gibt also binnen einer Sekunde einen Weg von mehr als 40000 geographischen Meilen.

Aus dieser großen Geschwindigkeit des Lichtes, und aus der Dauer des Eindrucks desselben auf die Netzhaut unseres Auges läßt es sich auch erklären, warum ein nicht continuirlicher Strom des Lichtes, welcher in sehr kleinen Zwischenzeiten von einem Orte her erfolget, uns als ein continuirlicher erscheinen kann. Versuche hiervon sind unter dem Artikel, **Gesichtsbetrüge**, angegeben. Gesetzt, man nähme an, daß der Eindruck des Lichtes auf die Netzhaut des Auges nur $\frac{1}{10}$ Sekunde dauere, so wird das Licht binnen dieser Zeit einen Weg von etwa fünf Halbmessern der Erde durchlaufen. Es könnten also successive Lichtausflüsse um 5 Halbmesser der Erde von einander abstehen, und uns doch als ein continuirlicher Strom erscheinen. Diesen Bestimmungen gemäß nehmen die Atomistiker an, welche das Licht als einen materiellen Ausfluß aus dem leuchtenden Körper halten, daß das Licht eine diskrete Flüssigkeit sey, d. h. eine solche, deren materielle Theile in sehr großen Zwischenräumen auf einander

*) *Musschenbroek* tentam. experim. acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. P. II. p. 183.

der folgen. Daraus suchen sie alsdann die Möglichkeit herzuleiten, daß unendlich viele Lichtstrahlen, welche von verschiedenen sichtbaren Gegenständen ausgehen, selbst durch eine kleine Oeffnung ohne Störung und ohne sich einander zu begegnen, hindurch gehen können. Auf diese Weise ließe sich einsehen, wie man eine ganze Gegend durch eine mit einer Nadelspitze gemachte Oeffnung in einem Kartenblatte übersehen könne; hier scheinen sich die von den Gegenständen herkommenden Strahlen in der Oeffnung zu durchkreuzen, sie gingen aber insgesammt durch die Zwischenräume der auf einander folgenden materiellen Lichttheilchen ungestört hindurch, und bewirkten so in unserem Auge die Empfindung des Sehens. Ob sich aber nun gleich gegen die Möglichkeit dieser Vorstellung nicht streiten läßt, so scheint sie doch die Schwierigkeiten nicht ganz zu heben, welche atomistisch betrachtet eintreten können. Denn gesetzt, verschiedene gleich stark leuchtende Körper sind vom Auge gleich weit entfernet, und in dem Augenblicke fließt zu gleicher Zeit aus allen Körpern Licht aus, so müssen nun natürlich, auch in den kleinsten Zeitmomenten, die materiellen Lichttheilchen in die Oeffnung des Kartenblattes ankommen, wegen der absoluten Undurchdringlichkeit können sie nicht hindurch gehen, folglich wegen ihrer großen Elasticität zurückprallen, und verursachen auf diese Weise dem Auge gar keine Empfindung des Sehens, indem, wenn die ersten Lichttheilchen zu gleicher Zeit ankommen, auch alle nachfolgende zugleich ankommen müssen. Die Behauptung aber, daß verschiedene leuchtende Körper in gleichen Entfernungen vom Auge zugleich Licht aussenden, ist eben so möglich, als die, daß die Körper in ungleicher Zeit Licht aussenden. Es scheinen also die Atomistiker durch diese Erklärung der Natur einen gewissen Zwang anzuthun, um sie so wirken zu lassen, wie sie es nach ihrem Bedürnisse gebrauchen. Nach der dynamischen Lehrart muß man annehmen, daß das Licht auch bey der größesten Dünne dennoch den Raum als ein Continuum erfülle, und da hiernach alle Materie nicht absolut, sondern nur relativ undurchdringlich

ist,

ist, so läßt sich leicht begreifen, daß unzählige Lichtstrahlen einander ohne große Hinderniß durchdringen, mithin sich durchkreuzen, und so im Auge die Empfindung des Sehens bewirken können, es mag das Licht zu gleicher oder ungleicher Zeit ausgehen.

Aus der sehr großen Dünne des Lichtes läßt sich auch begreifen, warum man bey aller seiner Geschwindigkeit keinen Stoß desselben gegen andere Körper, oder vielmehr kein merkliches Moment dieses Stoßes hat bemerken können. Zwar hat **Homberg** [α]) angeführet, durch den Stoß der Sonnenstrahlen leichte Körper in Bewegung gesetzet, und eine Uhrfeder in schwingende Bewegung gebracht zu haben, wenn der Brennpunkt eines 12 bis 13 Zoll breiten Linsenglases darauf gefallen sey; auch **Macquer** will ähnliche Beobachtungen angestellt haben, die man unter dem Artikel **Brenngläser** findet. Hingegen **Mairan** [β]), welcher sich mit **dü Fay** hierüber sehr viele Mühe gab, war nicht im Stande, dergleichen wahrzunehmen. Dennoch führt Herr **Priestley** einen Versuch von **Michell** an, bey welchem er einen Lichtstoß bemerket haben will. Eine sehr dünne kupferne Platte war an das eine Ende einer dünnen Claviersaite befestiget. In der Mitte ließ sich diese Saite mittelst eines achatenen Hütchens, wie eine Magnetnadel, auf einer feinen Spitze drehen, und hatte am andern Ende zum Gegengewichte der dünnen Platte ein kleines Schrotkorn. Damit diese Vorrichtung nicht durch die Luft beweget werden konnte, so ward sie in ein Kästchen eingeschlossen, in welchem der obere Deckel und die Vorderseite Glas waren. Nachdem man nun die Sonnenstrahlen von einem Hohlspiegel, der etwa zwey Fuß breit war, auf die kleine kupferne Platte fallen ließ, so fing sie sich langsam etwa um einen Zoll in einer Sekunde zu bewegen an. Dieser Versuch ward einige Mahl immer mit dem nämlichen Erfolg wiederhohlet. **Priestley** berech-

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1708.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1747.

berechnet daraus, da das ganze Instrument 10 Gran wog, daß die ganze concentrirte Lichtmasse, welche in einer Zeit von einer Sekunde auf das Plättchen gefallen sey, nicht mehr als Ein Zwölfhundertmilliontheilchen eines Grans betragen habe.

Man setze (fig. 44.) a sey ein leuchtender Punkt, und es falle ein Theil von dem Lichte, das er umherstrahlet, auf die Ebene c b e d, so wird dadurch eine **Strahlenpyramide** a e b c d, oder auch, wenn die Ebene ein Kreis war, ein **Strahlenkegel**, gebildet, in welchem beym weitern Fortgange die Lichtstrahlen immer weiter aus einander gehen. Es ist leicht zu begreifen, daß sich dieselbe Menge vom Lichte, welche in dem Raume a e b c d enthalten ist beym weiteren Fortgange in den Raum a i f g h verbreitet; daher muß sich die Erleuchtung dieser Lichtmenge auf der Ebene e b c d zu der auf der Ebene i f g h verhalten, wie $ab^2 : af^2$ nach Gründen der Geometrie, oder die Erleuchtung einer Fläche muß sich umgekehrt verhalten, wie das Quadrat der Entfernung der erleuchtenden Fläche von dem strahlenden Punkte.

Versuche, welche die Schwächung des Lichtes bey seinem Fortgange im Verhältnisse des Quadrats der Entfernung vom strahlenden Punkte darthun, hat der Herr Graf **von Rumford** *) angestellet, und dazu ein eigenes Photometer beschrieben. M. s. **Photometer**.

Aus diesem angeführten Gesetze der Schwächung des Lichtes bey seiner Verbreitung folgt, daß sich die Stärke der Erleuchtung, unter übrigens gleichen Umständen, wie die Menge der leuchtenden Punkte, oder, **wie die Größe der leuchtenden Fläche**, verhalten müsse. Daher erleuchten in gleicher Entfernung zwey Kerzen doppelt so stark, als eine. Geht man z. B. des Abends von einem Lichte so weit weg, daß man eine Schrift noch deutlich lesen kann, so

*) Philosoph. transact. 1794. P. I. S. 67.; in Grens neuem Journal der Physik. B. II. S. 15 u. f.

so wird man, um sie noch eben so deutlich zu lesen, wenn man noch einmahl so weit davon gegangen ist, vier Lichter, und wenn man sich dreymahl so weit davon entfernet hat, neun Lichter anzünden müssen u. s. f. Wenn ferner die Erleuchtung eines Kerzenlichtes auf einer gegebenen Fläche eben so stark ist, als durch das Mondlicht, so muß die Dichtigkeit des Mondlichtes bey seinem Ausflusse zu der Dichtigkeit des Lichtes in der Flamme sich verhalten, wie das Quadrat der Entfernung des Mondes von der Fläche zum Quadrat der Entfernung des Kerzenlichtes von derselben.

Wenn Lichtstrahlen schief auf eine Fläche fallen, so werden von einerley strahlendem Punkte bey gleicher Entfernung weniger Lichtstrahlen auf selbige kommen: als wenn die Fläche den Strahlen senkrecht entgegengestellet ist. In diesem Falle verhält sich die Erleuchtung der Fläche verkehrt, wie der Sinus des Neigungswinkels der Strahlen gegen die erleuchtete Fläche. So wird eine Ebene von der Sonne nur halb so stark erleuchtet, wenn sie ihren Strahlen unter einem Winkel von 30° entgegen gekehrt wird.

Endlich ist auch die Erleuchtung dem Sinus des Winkels, welchen die Strahlen mit der leuchtenden Fläche machen (anguli emanationis) proportional. Dieser Satz wird vorzüglich dadurch erwiesen, daß die Sonnenscheibe an allen ihren Stellen gleich helle scheinet, daß folglich diese Stellen eine Erleuchtung nicht nach dem Maße ihrer Größe, sondern nach dem Maße ihrer senkrechten Projektion auf die Sonnenscheibe verursachen. **Bouguer** führet sogar an, daß er die Sonne mit seinem Heliometer in Ansehung der Erleuchtung gegen den Rand zu schwächer als um den Mittelpunkt gefunden habe, und schließt daraus, das Licht, welches jeder Punkt der Sonne aussendet, werde mehr geschwächt, als in dem Verhältnisse der Sinus der Winkel, welche die Strahlen mit der Sonnenfläche machen. Dagegen hat **Euler** [a]) bey seinen Bestimmungen der Lichtstärke auf den Emanationswinkel gar keine Rücksicht genommen.

a) Mém. de l'Acad. de Berlin 1750.

Auf diese vier angeführten Sätze hat Herr **Lambert** a) seine Lehren von der Ausmessung des geradlinigen Lichtes gebauet. Hierbey unterscheidet er die erleuchtende Kraft des leuchtenden Körpers (vis illuminans), die gesehene Helligkeit (claritas visa) und die **Erleuchtung** (illuminatio). Jene vier angeführten Sätze gelten bloß von letzterer. Man muß aber dabey noch auf die Schwächung sehen, welche das Licht in der Luft, durch welche es gehet, erleidet. Nach **Bouguer** ist diese Schwächung weit geringer, als nach **Lambert**. M. s. den Artikel, **Durchsichtigkeit**. Letzterer hat auch seine Untersuchungen darüber auf die Erleuchtung der Atmosphäre durch die Sonne ausgedehnet, und gefunden, daß die Helligkeit der Luft oder des Taglichtes theils im Horizonte, theils in der Gegend der Sonne am stärksten sey. Wenn z. B. die Sonne 40° hoch stehet, und die Helligkeit eines von der Sonne beschienenen Theilchens außerhalb der Atmosphäre = 1 gesetzet wird, so ist die Helligkeit im Horizonte = $\frac{1}{2}$, in der Gegend der Sonne = $\frac{7}{20}$, im Zenith = $\frac{1}{4}$. Noch weit genauer, als die Herrn **Bouguer** und **Lambert**, suchte Herr **Thompson (Graf von Rumford)** die Schwächung des Lichtes durch durchsichtige Mittel vermöge seines sinnreichen Photometers zu bestimmen. Zu den Versuchen, welche er zur Entdeckung des geschwächten Lichtes durch die Luft anstellte, bediente er sich zweyer Lampen, einer argandischen, die mit dem größt - möglichen Glanze brannte, und einer andern gewöhnlichen kleinen Lampe mit einem einzigen runden und sehr dünnen Dochte, welche mit einer sehr klaren, stetigen Flamme und ohne bemerkbaren Rauch brannte, aber nur etwa $\frac{1}{25}$ so viel Licht gab, als die argandische. Diese Lampen wurden gegen über vor das Feld des Photometers gestellt; ihr Licht war im Gleichgewicht, wenn die kleinere in die Entfernung von 20 Zoll vom Mittelpunkte dieses Feldes gestellet wurde, die größere aber 10 Zoll davon entfernet war. Wenn nun die aus der unvoll-

komme

a) Photometria. August. Vindel. 1760. 8.

kommenen Durchsichtigkeit der Luft entstehende Schwächung des Lichtes bey so geringen Abständen nicht bemerkbar wäre, so schloß er, daß, wenn das schwächere Licht bis auf 40 Zoll entfernet werde, es auch nöthig wäre, um das Gleichgewicht des Lichtes herzustellen, das größere Licht 202 Zoll weit davon zu entfernen; würde hingegen diese Schwächung des Lichtes bemerkbar seyn, so könne auch das größere Licht nicht die Entfernung von 202 Zoll erreichen, um mit dem kleinern Lichte das Gleichgewicht zu halten. Die Resultate der zu dieser Absicht angestellten Versuche sind in folgender Tabelle enthalten.

Versuche.	Entfern. des schwäch. Lichtes.	Zoll.	Entfernung des stärk. Lichtes.	Zoll.	Berechn. Entfern. des stärkern Lichtes nach dem Gesetze der Quadrate. Zoll.	Unterschied zwischen der Theorie, und den Versuchen Zoll.
1.	Erste Entf.	20	Erste Entf.	101		
	Zweyte —	40	Zweyte —	203	202	+ 1
2.	Erste Entf.	20	Erste Entf.	100,2		
	Zweyte —	40	Zweyte —	198,3	200,4	— 2,1
3.	Erste Entf.	20	Erste Entf.	100,8		
	Zweyte —	40	Zweyte —	202,1	201,6	+ 0,5
4.	Erste Entf.	20	Erste Entf.	101,5		
	Zweyte —	40	Zweyte —	204	203	+ 1
5.	Erste Entf.	50	Erste Entf.	100		
	Zweyte —	100	Zweyte —	198	200	— 2
6.	Erste Entf.	50	Erste Entf.	95,5		
	Zweyte —	100	Zweyte —	192,2	191	+ 1,2
7.	Erste Entf.	50	Erste Entf.	95,1		
	Zweyte —	100	Zweyte —	191,2	190,2	+ 1
8.	Erste Entf.	50	Erste Entf.	96		
	Zweyte —	100	Zweyte —	192,4	192	+ 0,4

Bey den vier letztern Versuchen bediente sich der Graf statt der kleinen Lampe einer gewöhnlichen argandischen, deren Docht nur so weit herausgezogen war, daß sie etwa nur $\frac{1}{4}$ so viel Licht gab, als die andere argandische Lampe, die mit dem größten Glanze brannte, und die ihr gegen über stand.

Diese Versuche zeigen nun deutlich, daß die Resistenz der Luft bey so kleinen Entfernungen gar nicht bemerkbar ist.

ist. Selbst noch andere von ihm zu dieser Absicht zahlreich angestellte Versuche ließen ihn gar nicht im Allgemeinen daran zweifeln, daß die Resistenz der Luft gegen das Licht zu unbeträchtlich sey, um bemerkbar zu seyn. Daß auch wirklich die Durchsichtigkeit der Luft in ihrem reinsten Zustande sehr groß sey, erhelle offenbar aus den sehr beträchtlichen Entfernungen, in welchen Gegenstände und selbst sehr schwach erleuchtete sichtbar wären. Indessen glaubt er doch noch, daß Mittel gefunden werden könnten, um die Resistenz der Luft gegen das Licht bemerkbar zu machen, und sie sogar einer erträglich genauen Messung zu unterwerfen. Eine genaue Bestimmung der relativen Intensität des Sonnen- oder Mondlichtes, wenn sie in verschiedenen Höhen über den Horizont, oder wenn sie von der Höhe und von dem Fuße eines sehr hohen Berges aus bey sehr hellem Wetter gesehen werden, würde wahrscheinlich zu einer Entdeckung des wirklichen Ertrags der Resistenz der Luft gegen das Licht leiten.

Um den Verlust des Lichtes beym Durchgange durch Tafeln und Scheiben verschiedener Glasarten zu entdecken, gebrauchte er zwey gleiche argandische Lampen A und B, welche wohl geputzt waren, und mit einem sehr lebhaften Glanze brannten; sie wurden gegen einander über vor das Photometer gestellt, jede in der Entfernung von 100 Zoll vom Felde des Photometers, und das Licht von B wurde zu gleicher Intensität mit dem von A gebracht. Nachdem die Lampen mit einerley Grad von Helligkeit brannten, wurde eine Scheibe feines, helles, gut polirtes Spiegelglas 6 Zoll ins Gevierte, vertikal auf ein Gestell in einem Rahmen vor die Lampe B, und zwar etwa in einer Entfernung von 4 Fuß davon so gestellt, daß das Licht der Lampe senkrecht durch den Mittelpunkt der Scheibe gehen mußte, ehe es auf das Feld des Photometers fallen konnte. Hierdurch wurde das Licht der Lampe B bey seinem Durchgange durchs Glas vermindert und geschwächt. Um nun den Ertrag dieser Schwächung genau zu bestimmen, mußte er die Lampe B dem Photometerfelde näher bringen, bis ihr

durch

durch das Glas gehendes Licht mit dem direkten Lichte der Lampe A im Gleichgewichte war; dieß geschah, wenn die Lampe B von 100 Zollen zur Entfernung von 90,2 Zoll vom Felde des Photometers gebracht war. Es wurde also das Licht bey seinem Durchgange durchs Glas in dem Verhältnisse $100^2 : 90{,}2^2$ oder 1:0,8136 geschwächt, so daß nicht mehr als 0,8136 Theile des Lichtes, welches auf die Glasfläche fiel, durch das Glas hindurchgingen, die andern 0,1864 Theile aber zerstreuet oder verloren gingen. Er wiederhohlte diesen Versuch verschiedene Mahl, und fand den Verlust des Lichtes bey seinem Durchgange durch diese Glastafel nach einem Mittel aller dieser Versuche, 0,1973 Theile der ganzen darauf fallenden Lichtmenge.

Bey einer andern Glastafel von derselben Glasart fand er den Lichtverlust im Mittel 0,1869; durch beyde Glastafeln zusammen war der Lichtverlust nach einer Mittelzahl 0,3184.

Bey einer andern Glastafel von derselben Art, die aber etwas dünner war, betrug der mittlere Verlust 0,1813.

Bey einer sehr dünnen reinen Tafel von hellem weißen Fensterglase war der Verlust nach der Mittelzahl 0,1263.

Diese hier angeführten Versuche des Herrn Grafen von **Rumford** können als eine Ergänzung des Artikels, **Durchsichtigkeit**, angesehen werden.

Von der Erleuchtung muß die gesehene Helligkeit unterschieden werden. So ist z. B. die Erleuchtung, welche die Erde von den Planeten erhält, ganz unbeträchtlich; ihr Glanz oder die gesehene Helligkeit aber ist merklich. **Wolf** verwirret beide, wenn er in seiner Optik saget, daß die Gegenstände in der Entfernung deßwegen nicht so helle scheinen, wie in der Nähe, weil das Licht umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung abnimmt. Nach Herrn **Klügel** muß man hierbey noch unterscheiden, die **scheinbare Helligkeit**, welche mit vom Urtheile der Seele abhängt, **relative gesehene Helligkeit**, bey der die Ausbreitung des Bildes im Auge mit in Betrachtung gezogen wird, und

absolut wahre Helligkeit, welche sich bey gleicher Oeffnung der Pupille und gleicher Entfernung des leuchtenden Körpers wie die Dichte der Strahlen beym Auge verhält, ohne daß es hierbey auf die Größe des Körpers ankömmt; ändert sich aber die Oeffnung der Pupille, so wird sich auch die Helligkeit in eben dem Verhältnisse ändern. Es verhält sich aber die Dichte der Strahlen beym Auge wie die Intensität oder erleuchtende Kraft und verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung; mithin sind absolut wahre Helligkeiten wie die Intensitäten des Lichtes multiplicirет in die Oeffnungen des Auges und dividiret durch die Quadrate der Entfernungen. Man sieht leicht, daß diese Art der Helligkeit in den theoretischen Untersuchungen gebrauchet werden müsse, hingegen bey den Versuchen die scheinbare und relative Helligkeit gefunden wird. Daraus ist also klar, wie man aus den Versuchen auf gesehene Helligkeit und Intensität des Lichtes schließen könne.

Als Beyspiel hiervon kann folgendes dienen: **Bouguer** fand die Helligkeit der Sonne 300000 Mahl stärker, als die des Mondes. Er fing nämlich das Sonnen- und Mondenlicht in einer Höhe von 31° vermittelst eines Hohlglases auf, welches in einer Oeffnung von 1 Linie Durchmesser im Laden angebracht war. Das Sonnenlicht, welches in einen Kreis von 108 Linien sich verbreitete, schien mit dem Scheine einer $1\frac{1}{3} = \frac{4}{3}$ Fuß entfernten Kerze gleich stark; das Mondenlicht aber, welches in einen Kreis von 8 Linien ausgebreitet war, kam mit einer 50 Fuß (d. i. $37\frac{1}{2}$ Mahl weiter) entfernten Kerze in Ansehung der Stärke überein. Die Erleuchtung von der ersten Kerze ist um so vielmahl größer als die von der andern, so vielmahl das Quadrat von $37\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $1406\frac{1}{4}$ Mahl. Ferner war aber auch das Licht im Kreise von 8 Linien so vielmahl concentrirter, als im Kreise von 108 Linien, so viel das Quadrat von $13\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $182\frac{1}{4}$ Mahl. Dieser Versuch gab also das Sonnenlicht $= 1406\frac{1}{4} \times 182\frac{1}{4}$ Mahl, oder 256289 Mahl stärker als das Mondlicht an. Aus mehreren Versuchen bestimmte **Bouguer** im

im Mittel 300000 für die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde. Herr **Lambert** aber setzet voraus, daß der Mond den vierten Theil des auffallenden Lichtes zurückwirft, oder daß seine Weiß $\frac{1}{4}$ ist, und findet die Sonne 277000 Mahl heller als den Mond. Diese Helligkeit des Mondes kommt mit der Helligkeit des Tagelichtes oder des heitern Himmels überein. Indessen scheint diese Helligkeit Herrn **Lambert** noch zu groß; denn das weißeste Bleyweiß hat nur eine Weiße, die $\frac{2}{5}$ ist. Diesen Punkt läßt er aber unausgemacht, berechnet dagegegen auf eine eigene Art die gesehene Klarheit des Mondes nach allen seinen Gestalten, wobey er die Helligkeit der mitten auf dem Monde liegenden Theile zur Einheit annimmt.

Die Meinungen, welche die alten Weltweisen über die Natur des Lichtes hatten, sind vom Herrn **Klügel** aus den Quellen zusammengetragen worden. Einige derselben führet **Plutarch** [α]) an. **Demokrit** und **Epikur** glauben, das Sehen geschehe durch Bilder, welche von den Gegenständen ins Auge kommen, andere, als **Empedokles**, **Hipparch** und **Plato**, das Licht gehe sowohl vom Auge als auch von den Gegenständen aus, und beiderley Ausflüsse begegneten sich unterwegs. **Empedokles** sagte, daß auf der Oberfläche des Spiegels die Abflüsse hängen bleiben, daß aber etwas Feuriges aus dem Spiegel sich absondere, welches die Abflüsse durch die Luft fortführe. Unter den Alten hat aber wohl niemand mehr als **Aristoteles** vom Lichte geredet. Seine Gedanken darüber aber hat er äußerst dunkel ausgedruckt. Indessen sind die Scholastiker dadurch veranlasset worden, das Licht selbst als etwas Unkörperliches, oder für keine Substanz, sondern für eine Qualität zu halten, und in den Körpern selbst etwas zu suchen, was mit der Empfindung des Auges und mit den Farben analog ist.

Baco [β]) beklaget sich darüber, daß man zu seiner Zeit die physikalischen Untersuchungen über die Natur des Lichtes vernach-

α) De placitis philosophor. IV. 13. 14.
β) De augmentis scient. in opp. Frf. 1653. fol. p. 119. 198.

vernachlässige, und selbiges bloß mathematisch betrachte. Er bemerket nur, daß sichtbare und hörbare Dinge darin überein kämen, daß von beiden keine körperlichen Substanzen ausgingen oder merkliche Bewegungen des umgebenden Mittels verursachet, sondern allein gewisse propagines spiritales von unbekannter Natur erzeuget würden.

Cartesius α) nahm an, daß der ganze Weltraum mit vollkommen harten Kügelchen seines zweyten Elementes angefüllet sey. Durch die beständige Bewegung der Theile leuchtender Körper würden nun die Kügelchen des zweyten Elementes gestoßen, und da es nach **Cartes** in der Welt keinen leeren Raum gibt, sondern immer ein Kügelchen das andere unmittelbar berühret, so pflanzt sich dieser Stoß durch alle geradlinige Reihen dieser Kügelchen in einem Augenblicke fort; zur Erläuterung dieses Satzes vergleichet er die Fortpflanzung des Lichtes mit der Bewegung, welche einem Stabe der ganzen Länge nach mitgetheilet wird, sobald man das eine Ende desselben fortstößt. Eben eine solche Bewegung kann seiner Meinung nach auch vom Auge verursachet werden, woraus er zugleich zu erklären suchet, wie Katzen, und andere Thiere, deren Augen leuchten, im Finstern sehen können.

Cartesens spätere Anhänger aber sahen ein, daß die geradlinigen Kugelstäbe mit sich gar nicht bestehen konnten, daher setzten sie an die Stelle der harten Körperchen ein elastisches Fluidum, dadurch das Licht fortgepflanzet wird. Der P. **Malebranche** β) nahm kleine flüssige Wirbel an, deren jeder den empfangenen Eindruck an den nächstliegenden mittheilen sollte. **Huygens** γ) läßt das Licht, so wie den Schall, aus wellenförmig fortgepflanzten Wirbeln oder Schwingungen eines elastischen Mittels bestehen, und nach Linien fortgehen, welche auf die Reihen der einzelnen neben einanderliegenden Wirbel oder ihrer Mittelpunkte senkrecht stehen.

α) Princip. philosoph. P. III. §. 55. 63. 64. Dioptrica C. I. §. 3. 4 sq.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1699. p. 32.
γ) Traité de la lumière à Leide 1690. 4.

stehen. Wie er hieraus das Gesetz der Brechung des Lichtes, und die Erscheinungen des Doppelspathes zu erklären suchet, kann unter den Artikeln, **Brechung der Lichtstrahlen** und **Krystall, isländischer**, nachgesehen werden.

Gassendi schrieb ziemlich umständlich über das Licht und die davon abhängenden Erscheinungen; war aber ein sehr starker Vertheidiger von **Epikurs** System, behauptete das Licht sey etwas Körperliches, und die Sichtbarkeit der Gegenstände rühre von Partikeln her, welche beständig von der Oberfläche der Dinge abfließen. Gegen dieses gassendische System, so wie auch gegen das cartesische machte **dü Hamel** α) sehr viele Einwendungen, und suchte beide Systeme sehr umständlich zu widerlegen; er nahm das Licht, so wie die Scholastiker, als eine Eigenschaft der Körper an. Auch **Isaak Vossius** β) behauptete das Unkörperliche des Lichtes, und kam dadurch in einen Streit mit den Cartesianern.

Inzwischen wurden die wichtigen Entdeckungen, welche **Newton** über das Licht gemacht hatte, bekannt. Dieser große Physiker beschäftigte sich zwar mehr mit Erscheinungen und Auffindung der Gesetze des Lichtes; allein aus seinen der Optik beygefügten Fragen ersieht man doch, daß er die Lichtstrahlen für die Wege materieller, aus den leuchtenden Körpern ausgegangener Theile zu halten geneigt war, die mit andern Körpern in Verbindung treten, zurückgeworfen werden konnten u. d. g. Diese Lehre, nach der man das Licht als einen körperlichen Ausfluß von den leuchtenden Körpern vorstellet, wird das **Emanationssystem** genannt, und erhielt durch **Newton's** Entdeckungen vom Lichte ein sehr großes Ansehen. Es hat auch dieses System, ungeachtet aller dagegen gemachten Einwendungen, auf keine Weise widerleget werden können, vielmehr hat es noch weit mehr Festigkeit durch neuere Erfindungen in der Chymie erhalten. Man ist aber auch wirklich im Stande, von den Erscheinungen des Lichtes in diesem Systeme die meiste Rechenschaft

α) Astronomia physica. Paris 1660. 4.
β) De lucis natura et proprietate. Amst. 1662. 4.

schaft zu geben, und sie hiernach am leichtesten und einfachsten zu beurtheilen, welches man von keinem andern Systeme erwarten kann. Die Gründe, mit welchen man das Emanationssystem bestritten hat, und welche meistens von **Eulern** herrühren, sind folgende:

1. Müßten die Himmelsräume mit der Lichtmaterie so angefüllet seyn, und diese müßte mit einer so großen Geschwindigkeit beweget werden, daß dadurch die Planeten in ihrem Laufe gestöret werden würden. **Euler**, welcher hierbey **Newton** einer großen Inconsequenz beschuldiget, gebrauchet diesen Einwand als einen Defensivgrund seiner nachher anzuführenden Hypothese. Allein es hat dieser Einwurf gar kein Gewicht, indem schon ein Theil davon auf **Eulers** Hypothese, der die Himmelsräume mit Aether ausgefüllt annehmen muß, zurückfällt, und selbst ganz verschwindet, wenn man erwäget, daß in einer expansibeln, nicht bemerkbar schweren Flüssigkeit, wie das Licht ist, die Verschiebbarkeit seiner Theile kein Hinderniß der Bewegung eines Körpers darin seyn könne.

2. Die unzählbaren Lichtstrahlen müßten sich nach so vielen Richtungen durchkreuzen, daß sie durch ihren Anstoß an einander sich in ihren Bewegungen nothwendig hemmen und stören würden. Daß dieser Einwurf nach dem mechanisch-atomistischen Systeme sich nicht gänzlich heben lasse, erhellet aus dem oben Angeführten, wenn man sich auch das Licht als diskrete Flüssigkeit vorstellet, deren Theile in ihrer Bewegung erst viele tausend Meilen hinter einander folgen, wegen der außerordentlichen Geschwindigkeit aber derselben Abstand von einander von uns nicht wahrgenommen werden könne. Nach dem dynamischen Systeme hingegen fällt der Einwurf gänzlich weg, weil hiernach eine Durchdringung der Lichtstrahlen ohne große Hinderniß Statt findet.

3. Müßte die Sonne durch den beständigen Ausfluß der Lichtmaterie aus allen ihren Punkten und nach allen Seiten längst erschöpft seyn. **Euler** berechnet, wenn die Verminderung der Sonne nach 5000 Jahren unmerklich seyn sollte, so

so müßte die Dichtigkeit der Lichtstrahlen an der Erde eine Trillionmahl geringer seyn, als die Dichtigkeit der Sonne, welches ihm unbegreiflich sey. Wenn man auch das Licht als kleine diskrete Flüssigkeit annehmen wollte, wie man nach dem dynamischen System zu thun berechtiget ist, so läßt sich doch auf diesen Einwurf antworten, daß durch einen uns unbekannten Kreislauf das Licht wieder zur Sonne, als seiner Quelle, gebunden oder frey zurückkehren kann, um als freyes Licht da wieder ausgesendet zu werden. Selbst die Dünne des Lichtes, wie sie **Euler** berechnet, kann noch geringer seyn, ohne daß sie deßwegen einen Widerspruch in sich selbst enthielte.

4. Sey es unbegreiflich, daß sich eine Materie mit so ungeheuerer Geschwindigkeit, wie das Licht, bewegen sollte. Dieser Einwurf sagt aber so viel, als daß wir die Geschwindigkeit des Lichtes mit keiner andern bekannten vergleichen können. Allein von der Unbegreiflichkeit läßt sich nicht auf die Unmöglichkeit schließen.

5. Könnten materielle Lichtstrahlen die durchsichtigen Körper nicht anders als in geradlinigen Gängen durchdringen. Denkt man sich nun solche gerade Gänge in einem Körper an allen Orten und nach allen Richtungen, so bleibe kein Ort übrig, in welchen man die undurchdringliche Materie desselben stellen könne. Ein solcher Bau würde den durchsichtigen Körpern alle Materie, oder wenigstens allen Zusammenhang benehmen. Dieser Einwurf rührt bloß von der mechanisch-atomistischen Vorstellung her, und ist gegen das atomistische System der stärkste. Denn nach diesem kann keine Materie die andere durchdringen. Die Atomistiker suchen diesem Einwurfe dadurch zu begegnen, daß sie sagen, es könne da nicht überall Continuität seyn, wo wir dergleichen zu sehen glaubten. Es scheine zwar ein Glaswürfel in allen Seiten und in allen Richtungen durchsichtig; vielleicht finde dieß aber nur in sehr vielen Stellen Statt; an welchen er kein Licht durchlasse, bemerkten wir wohl nicht, es könnten aber wirklich dergleichen geben, eben so, wie die Zwi-

schenräume, welche die Wärme durchlassen, und die wir eben so wenig bemerkten. Auch ließen durchsichtige Körper nie alles Licht durch, sie schwächten vielmehr dasselbe beträchtlich. Allein es scheint mir dadurch der Einwurf keinesweges gehoben zu seyn, da doch gerade durch solche Materien, wie z. B. durch Flüssigkeiten, bey denen man auch durch die stärksten Vergrößerungsgläser keine Zwischenräume wahrnehmen kann, das Licht nach allen möglichen Richtungen in geraden Linien so frey hindurchgehet. Diese Schwierigkeit suchte der P. **Boscowich** *) dadurch zu heben, daß er sich die Materie überhaupt als eine Menge von physischen Punkten vorstellt, die mit Wirkungskreisen des Anziehens und Zurückstoßens umgeben, die physischen Punkte aber absolut undurchdringlich sind. Hat nun, sagt er, ein beweglicher Körper Moment genug, um die zurückstoßenden Kräfte, in deren Wirkungskreis er kommt, zu überwinden, so wird er ohne Schwierigkeit durch jeden Körper dringen können; denn auf diese Art kreuzen sich bloß Kräfte, wovon mehrere an einem Orte zugleich seyn können. Wenn der bewegte Körper Moment genug besitze, so meinet er, der durchgehende Körper treibe die Theile des andern gar nicht aus der Stelle; sey aber das Moment geringer, so setze der durchgehende Körper die Theile des andern in Bewegung, ohne in seinem Laufe unterbrochen zu werden; sey endlich das Moment unmerklich, so gehe der ankommende Körper gar nicht durch den andern. **Priestley** führet an, daß ein Engländer **Michell** eben diesen Gedanken schon früher gehabt habe. Allein hier ist es unmöglich, daß die Wirkungskreise der physischen absolut undringlichen Punkte mit sich bestehen können. Es sey nämlich (fig. 45.) b ein physischer Punkt, mithin etwas Materielles im Raume, so muß selbigem eine Kraft zukommen, dem Eindringen eines andern physischen Punktes nach allen Seiten zu widerstehen. Gesetzt der Durchmesser der Sphäre dieser wirkenden Kraft sey ac, folglich der Halbmesser ab, so muß zwischen

*) Philosoph. naturalis theoria redacta ad vnicam legem. Vindob. 1759. 4. p. 167.; ingl. diss. de lumine. Vindob. 1766. 4. maj.

zwischen a und b ein Punkt angegeben werden können, weil der bloße Raum unendlich theilbar ist. Wenn nun b demjenigen, welches in a einzudringen sich bestrebet, widerstehet, so muß auch der Punkt d den beiden Punkten a und b widerstehen, weil im entgegengesetzten Falle sich beide Punkte a und b nähern, und in d zusammenkommen, mithin den Raum durchdrungen haben würden. Hieraus folgt, daß in d etwas seyn müsse, was dem Eindringen beider Punkte a und b widerstehet, d. i. a und b zurücktreibet. Nun ist aber das Zurücktreiben eine Bewegung, folglich muß d etwas Bewegliches im Raume, d. i. Materie seyn. Demnach kann unmöglich der Raum zwischen a und b mit Wirksamkeit von der zurückstoßenden Kraft des Punktes b erfüllet seyn, und eben darum auch nicht der Raum zwischen d und b und so ins Unendliche. Es muß folglich in einem jeden Punkte eines mit Materie erfüllten Raumes materielle Substanz, d. i. ein für sich beweglicher Theil anzutreffen seyn. Nach dem dynamischen Systeme fällt dieser Einwurf von selbst weg, indem die materiellen Theile des Lichtes die Materie des durchsichtigen Körpers durchdringen.

Diese angeführten Schwierigkeiten, die man bey Erklärung der Erscheinungen des Lichtes nach dem Emanationssysteme zu finden glaubte, gaben **Leonh. Euler** *) die Veranlassung, die huygenianische Hypothese mit einigen Verbesserungen zu erneuern, und sie besonders auf die durch **Newton** sehr erweiterte Farbenlehre anzuwenden. Er wußte selbiger durch Anwendung der Mathematik ein solches Ansehen zu geben, daß sehr viele Naturforscher ihr lauten Beyfall zu ertheilen nicht versagen konnten.

Euler nimmt eine höchst feine, flüssige und elastische Materie durch den ganzen Weltraum verbreitet an, welche er mit Huygens **Aether** nennt. Durch das Zittern der leuchtenden Körper wird dieser Aether eben so beweget, wie durch die Schwingung der schallenden Körper die Luft. Da-

durch

*) Noua theoria lucis et colorum; in opusc. varii argum. Berol. 1746. 4. p. 169 sqq.

durch entstehen Schläge (pulsus) auf den Aether, welche sich, wie die Wellen im Wasser, nach allen Richtungen hin verbreiten, so daß diese wie Halbmesser einer Kugel den leuchtenden Punkt als Mittelpunkt umgeben. Dieser Schläge folgen mehrere auf einander mit einer gewissen Geschwindigkeit, und ihre Folge in eben derselben geraden Linie macht einen Lichtstrahl aus. **Einfache Lichtstrahlen** sind diejenigen, in welchen alle Pulsus mit gleichen Zwischenzeiten auf einander folgen; **zusammengesezte**, deren Schläge durch ungleiche Zeiträume getrennt sind. Die einfachen sind wieder verschieden nach der verschiedenen Geschwindigkeit, mit welcher die Schwingungen des Aethers auf einander folgen, und hieraus sucht er die Empfindung der verschiedenen einfachen Farben im Auge zu erklären. M. s. **Farben** (Th. II. S. 356). Die Brechung des Lichtes kömmt daher, weil die Wellen der Schläge an der brechenden Fläche andere Geschwindigkeiten erhalten, und beym schiefen Einfall ein Theil der Welle eher an die Fläche trifft, als die übrigen, wodurch die Richtung der ganzen Welle geändert wird.

Die Körper theilet **Euler** in Absicht auf das Licht in vier Classen. Leuchtende Körper heißen bey ihm diejenigen, deren Oberfläche durch ihr Zittern dem Aether beständige Schläge mittheilet; spiegelnde Körper diejenigen, deren Theile durch das Licht in keine Schwingende Bewegung gesezet werden, sondern von welchen die auffallenden Schläge des Aethers unter dem gehörigen Winkel zurückfahren; durchsichtige diejenigen, welche die Schläge des Aethers durch ihre Substanz hindurch fortpflanzen; und undurchsichtige diejenigen, deren Theilchen von dem auffallenden Lichte in eine schwingende Bewegung gesezet werden, und in dem Aether wieder eine solche Bewegung erregen. Uebrigens kann einerley Körper in mehrere dieser Classen zugleich gehören.

Die Erklärung der verschiedenen Brechbarkeit oder Farbenzerstreuung ist nach dieser Hypothese sehr unvollkommen, und willkürlich. Die auf einander folgenden Schläge sollen nämlich nach und nach so einfließen, daß durch eine schnellere

Succes-

Succession auch eine geschwindere Fortpflanzung der ganzen Welle bewirket wird. Hieraus stellt **Euler** eine Rechnung an, welche am Ende nichts Bestimmtes gibt, und nur obenhin zeigt, daß die Größe der Brechung mit von der frequentia pulsuum abhänge. Zuerst nimmt er willkürlich an, daß bey mehreren Schlägen die Brechbarkeit geringer sey, nachher aber in einer andern Schrift behauptet er gerade das Entgegengesetzte. Uebrigens läßt sich nach **Eulers** Hypothese der Umstand gar nicht erklären, daß sich die Farbenzerstreuung nicht nach der Größe der Brechung richtet.

Was die Sichtbarkeit erleuchteter **dunkeler Körper** betrifft, so leitet diese **Euler** nicht, wie **Newton**, von dem zurückgeworfenen Lichte her, sondern vielmehr aus neuen im dunkeln Körper erregten Schwingungen, deren Geschwindigkeit oder Farbe mit der Spannung seiner Theile zusammengehöret. So soll der Mond nicht das Sonnenlicht in unser Auge zurückwerfen, weil wir sonst nicht den Mond, sondern ein Sonnenbild sehen würden. Auch wären wir nicht im Stande, Farben an den Körpern wahrzunehmen, wenn diese das auffallende Licht zurückwürfen, weil die Zurückwerfung bloß vom Einfallswinkel abhange, und es also unerklärbar wäre, warum ein rother Körper in allen Fällen bloß rothe Strahlen nicht nur zurückwirft, sondern auch nach allen Seiten aussendet. Es muß demnach der rothe Körper selbst seyn, welcher durchs Licht erschüttert dem Aether Schläge gibt, welche der Spannung seiner Theile gemäß sind, und welche daher die Empfindung der dem Körper eigenen rothen Farbe erregen. Allein die Sichtbarkeit erleuchteter Körper und das Zurückwerfen des farbigen Lichtes läßt sich sehr leicht aus der Rauhigkeit der Flächen erklären. Rauhe Körper nämlich werfen von jedem Theile das Licht nach allen möglichen Richtungen zurück, und können daher keine Bilder zeigen, wie die glatten Körper. Auch lehret die Erfahrung, daß Körper von einer gewissen Farbe, in das einfache Licht einer andern Farbe gebracht, nicht die ihrige, sondern die Farbe

des auffallenden Lichtes zeigen, welches der eulerischen Hypothese ganz entgegen ist.

Uebrigens findet man **Eulers** Hypothese sehr faßlich in seinen Briefen vorgetragen. Er sucht ihr auch vorzüglich dieserwegen Eingang zu verschaffen, weil sie dem allgemeinen Plane der Natur gemäßer sey. Wenn sich die Natur, sagt er, nur bey geringen Distanzen der Ausflüsse bedienet, z. B. beym Geruche, um die Empfindungen zu erregen, bey weitern Distanzen hingegen, wie zur Fortpflanzung des Schalles, keine solche Ausflüsse gebrauchet, so ist es glaublich, daß sie, um noch entferntere Dinge dem Gesichte empfindbar zu machen, nicht Ausflüsse, sondern Schwingungen eines feinern Mittels werde gewählet haben.

Der eulerischen Theorie läßt sich aber entgegensetzen:

1. Daß dabey eine Materie angenommen ist, die durch die Erfahrung nicht erwiesen werden kann. Nach Herrn **Gren** *) ist sogar die Existenz des Aethers nicht einmahl möglich. Denn wenn er ein elastisches oder expansibeles Fluidum bildete, welches nicht schwer wäre, und auch von keiner andern Materie angezogen werde, so müßte er sich durch seine Repulsionskraft ins Unendliche zerstreuen, d. h. es würde nirgends ein endliches Quantum desselben angetroffen werden, weil nichts sey, was ihrer Anspannungskraft Grenzen setzen könnte. Sollte er aber ein schweres elastisches Fluidum bilden, wie die Luft, so würde seine Beschränkung zwar möglich seyn; dann würden wir aber sein Daseyn durchs Gewicht entdecken müssen; und davon lehreten uns die Erfahrungen nichts. Allein diese Gründe scheinen nach meinem Urtheile nicht hinreichend zu seyn, das Daseyn des Aethers für unmöglich zu halten. Es läßt sich mit der dynamischen Lehre gar wohl vereinigen, daß in dem ganzen Weltraume ein elastisches Fluidum verbreitet sey, welches durch die Anziehung der allgemeinen Materie (der Weltkörper) beschränket wird, ob wir gleich selbiges durch unsere Werkzeuge nicht wahrnehmen können.

2.

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 543.

2. Der stärkste Einwurf, den man gegen die eulerische Theorie machen kann, läßt sich aus einem Satze Newtons *) herleiten. Es beweiset dieser nämlich, daß die Schläge oder Wellen eines elastischen Mittels, wenn sie durch ein Loch in einer vorliegenden Wand gehen, sich hinter demselben nach allen Seiten hin ausbreiten. Daraus würde folgen, daß man einen leuchtenden Körper, wenn er solche Wellen erreget, auch hinter einer mit einer Oeffnung versehenen Wand sehen müßte, wenn man auch nicht in einer geraden Linie mit dem leuchtenden Körper und der Oeffnung sich befindet, so wie man den von außen erregten Schall in allen Winkeln eines verschlossenen Zimmers durch eine Oeffnung höret, welches aber der klaren Erfahrung zuwider ist. Euler widerleget Newtons angeführten Satz nicht; macht aber die Erinnerung, es sey damit noch nicht bewiesen, daß der Schall sich im Zimmer durch eine Oeffnung in der Wand nach allen Seiten hin ausbreite, weil man von der Lage des schallenden Körpers nach der Richtung urtheile, nach welcher die Schläge der Luft ins Ohr kommen. Wenn man das Loch zumache, höre man den Schall fast eben so gut; er dringe durch die Wände des Zimmers in gerader Linie welche hier gleichsam die Stelle durchsichtiger Körper vertreten. Könnte man Wände anlegen, welche für den Schall undurchdringlich wären, welches **Euler** für unmöglich hält, so würde man den Schall bloß in gerader Linie hören, welche durch den schallenden Körper und das Loch ginge. Allein Herr **Klügel** glaubt wirklich diesen Versuch angestellet zu haben, der, wie er gleich anfänglich vermuthete, keinesweges zum Vortheile **Eulers** ausfiel, indem es ziemlich entschieden war, daß der Schall nicht nach der geraden Linie ins Ohr kam.

Das Emanationssystem hat vorzüglich durch neuere chemische Entdeckungen, von welchen Newton nichts ahnen konnte, noch weit mehr Festigkeit erhalten. Es bleibt aber auch unläugbar, daß über Entscheidung des Körperlichen

*) Princip. lib. II. prop. 42.

oder Unkörperlichen des Lichtes der Chemie das Recht gebühret. **Euler** streitet gegen **Newton** nur über mathematische Möglichkeit, und schwerlich lassen sich über die Wirklichkeit des Lichtes von der Mathematik Aufschlüsse erwarten; aber wohl von der Chemie, welche schwerlich mit Schwingungen des Aethers wird auskommen können.

Es ist ganz unverkennbar, daß das Licht bey sehr vielen Naturprozessen als etwas Körperliches mitwirkt. Bey dem gesammten Pflanzenreiche hat man einen vorzüglichen Einfluß des Sonnen- und Tageslichtes wahrgenommen. Pflanzen, welche dem Lichte nicht ausgesetzet werden, wenn sie auch sonst in der ihnen angemessenen Wärme aufgezogen werden, behalten eine bleiche Farbe; auch drehen sich gewisse Gewächse stets nach der Sonne, und junge Blätter und Zweige neigen sich größtentheils nach dem Orte, von welchem das meiste Licht auf sie fällt. Die grüne Tinctur, welche man durchs Aufgießen des Weingeistes auf Kirsch- Feigen- oder Hollunderblätter erhält, verlieren binnen 20 Stunden am Sonnenlichte ihre Farbe, welche sich in einem undurchsichtigen Gefäße oder in einem mit schwarzem Papier bedeckten Glase mehrere Monate erhält. Wenn grüne Blätter ins Wasser gelegt dem Sonnenlichte ausgesetzet werden, so entwickelt sich Sauerstoffgas, welches ohne Licht bey eben demselben Grade nicht erfolget. Es ist unmöglich, alle diese Wirkungen aus den Schwingungen des Aethers abzuleiten.

Die dephlogistisirte Salzsäure, deren eigenthümliche Farbe gelb ist, wird im Sonnenschein wasserhell, und entwickelt aus sich Sauerstoffgas; unter schwarzem Papiere aber erfolget nichts. Auch die weiße Salpetersäure wird im Sonnenlichte gelb; im Schatten hingegen und in der Ofenwärme behält sie ihre Farbe. Hornsilber und Silbervitriol werden im Sonnen- und Tageslichte selbst unter dem Wasser und in verschlossenen Gefäßen schwarz, aber keinesweges, wenn sie an finstern Orten stehen. Dieß sind offenbar lauter Erscheinungen, bey welchen die Einwirkung des Lichtes als

einer

einer materiellen Substanz auf keine Weise geläugnet werden kann.

Auch gibt es heutzutage wohl wenige Naturforscher, welche das Licht als eine bloße Wirkung von der schwingenden Bewegung des Aethers halten. Nach dem Urtheile des Herrn Hofr. **Lichtenbergs** [α]) reicht das Vibrationssystem vermittelst einiger Hülfsfictionen zwar hin zu erklären, wie Helle, **Hellheit** so entstehen kann, wie wir sie bemerken (und aus diesem Gesichtspunkte ist das Licht bisher fast einzig betrachtet worden), aber nicht, ohne Fictionen mit Fictionen zu häufen und allen Weg der Analogie gänzlich zu verlassen, wie so viele andere Wirkungen des Lichtes Statt finden können. So ließe sich der Geruch der Schwefelebern sehr gut durch Vibrationen erklären, aber nicht die übrigen Einwirkungen dieser Schwingungen, z. B. auf die Auflösungen der Metalle. Man dürfe mit Zuverlässigkeit behaupten, daß, seitdem man angefangen habe, das Licht als Körper mit allen seinen Affinitäten zu betrachten, verbunden mit seiner Geschwindigkeit, endlich ein Tag in den dunkelsten Gegenden der Physik zu dämmern angefangen habe. Hiermit werde aber nicht geläugnet, daß auch diese Vorstellungsart noch ihre Schwierigkeiten habe, und daß wir überhaupt noch weit entfernet wären, die Natur des Lichtes deutlich zu erkennen, und aus subjektiven Ursachen vielleicht nie ganz erkennen werden.

Auch Herr **Gren** [β]) behauptet die Materialität des Lichtes. Mehrere Erfahrungen, sagt er, berechtigen uns anzunehmen, daß das Licht als ein vorzügliches Agens in der Natur zu betrachten sey. Sein Beytritt zu gewissen Stoffen verschaffe uns verbrennliche Substanzen, ändere die Mischungen unzähliger Materien, erzeuge die elektrische Materie der Körper. Wenn wir auch nur einige Aufmerksamkeit auf die dem Einflusse des Lichtes ausgesetzten Körper

 werfen

α) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. Götting. 1794. §. 308. Anmerk.

β) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 825.

werfen, so zeige sich sehr bald, daß die Einwirkung desselben im Stande sey, beträchtliche Veränderungen der Mischung zu Wege zu bringen. Die Nothwendigkeit des Lichtes, z. B. zum Gedeihen der Gewächse, sey unläugbar. Pflanzen, die beym Ausschlusse vom Lichte wachsen, werden bleich, verlieren ihre Farbe, und erhalten diese nach und nach wieder beym Einflusse des Lichtes darauf. Alle keimende Pflanzen, wenn sie erst aus der Erde hervor ans Tageslicht treten, seyn weiß und ungefärbt, und werden erst grün beym Einflusse des Lichtes darauf, die innern Blätter der Kohl- und Lattigarten, die von den äußern gegen den Einfluß des Lichtes gedecket sind, seyn wässerig, weiß und ungefärbt, und erlangen erst Farbe, wenn sie sich entfaltet haben.

Alle diese angeführten Erscheinungen sieht Herr de Lüc ebenfalls als hinlängliche Beweise an, daß man das Licht nicht allein als Ursache der Helligkeit annehmen dürfe, sondern in ihm eines der vorzüglichsten Wirkungsmittel anerkennen müsse. Es ist nach ihm möglich, daß auch der Lichtstoff noch zusammengesetzet sey, obgleich unsere Sinne wegen seiner äußersten Feinheit davon nichts erkennen könnten. Für eine der einfachsten Verbindungen des Lichtes hält er das Feuer, in welchem das Licht nach seiner Theorie das fluidum deferens, und mit der Wärme- oder Feuermaterie, als schwerer Substanz, verbunden ist. Es ist also nach ihm die Ursache der Flüssigkeit des Feuers das Licht, mithin die Ursache aller Flüssigkeit. Herr de Lüc hat seine Gedanken über die Verhältnisse zwischen Licht und Feuer ausführlich im sechsten Briefe an de la Metherie [a]) erkläret.

Herr de la Metherie [b]) sagt, man möge sich einen Begriff von der Lichtmaterie machen, welchen man will, so müsse man doch eingestehen, daß sie im ganzen Weltraume ausgebreitet sey, und daß sie alle Körper umhülle, und

a) Journ. de phys. Juille 1790.; und in Grens Journ. der Phys. B IV. S. 253 f.

b) Theorie der Erde, a. d. Franz. Leipzig 1797. 8. Th. I. S. 97 f.

und in dieselben eindringe. Es sey die Lichtmaterie, wie die elektrische und magnetische Flüssigkeit und die Luft, eine wirkliche im Raume verbreitete Flüssigkeit, welche durch die leuchtenden Körper bewegt die Farben hervorbringe, eben so wie die Luft, durch die tönenden Körper bewegt, den Schall bewirke. Die Flüssigkeit des Lichtes müsse auf die Krystallisation des Erdkörpers und der mineralischen Substanzen Einfluß gehabt haben. Es gebe einige Erfahrungen, welche beweisen, daß das Licht bey der Krystallisation der Salze eine Rolle spiele, indessen seyn diese Versuche nicht mit dem gehörigen Eifer fortgesetzet worden. Diese Flüssigkeit vereinige sich mit den Körpern, und es scheine hinlänglich erwiesen zu seyn, daß sie als Bestandtheil in die Pflanzen und Thiere eingehe; denn diese sowohl als jene befänden sich im Schatten nicht so gut, wie am Tageslichte. Man dürfe auch schlechterdings nicht daran zweifeln, daß diese Materie unter die Bestandtheile vieler, vielleicht aller Mineralien gehöre.

Einige Naturforscher haben behauptet, daß Erleuchtung und Erwärmung von einerley objektiven Ursache herrühre, weil in sehr vielen Fällen Licht mit Wärme zugleich verbunden sey. Sie haben nämlich angenommen, das Leuchten sey eine bloße Wirkung, welche der freye Wärmestoff bey einem gewissen hohen Grade allemahl hervorbringe. Allein die Erscheinungen und die Gesetze, welche Licht- und Wärmestoff befolgen, beweisen, daß sie beide wesentlich von einander verschieden sind. Wäre das Licht sehr verdichteter Wärmestoff, so müßte nach einer natürlichen Folge bey jedem Leuchten eine hohe Temperatur zugegen seyn, wogegen die Erfahrung offenbar spricht.

Die Antiphlogistiker haben von den Verhältnissen des Wärme- und Lichtstoffes gar nichts Bestimmtes angegeben, und das Licht beständig als einen bloßen Begleiter der Wärme betrachtet, wiewohl sie sonst in ihren Verzeichnissen der einfachen Stoffe den **Lichtstoff** (lumière) von dem **Wärmestoff** (calorique) unterscheiden. Alles aber, was sie

davon sagen, läuft bloß da hinaus, daß bey einigen Prozessen der frey gewordene Wärmestoff entweder allein erwärme oder erwärme und zugleich leuchte, ohne jedoch nur irgend einen Grund anzugeben, warum jenes oder dieses erfolgen müsse. Dabey nehmen sie an, daß die einzige Quelle des Lichtes das Sauerstoffgas sey. Sie behaupten nämlich, beym Verbrennen verbrennlicher Körper werde das Sauerstoffgas zersetzt, indem sich der Sauerstoff mit den verbrennlichen Körpern verbinde, und der Licht- und Wärmestoff des Gas frey werde. Hiernach wird also aus den verbrennlichen Körpern kein Licht entwickelt. Da es aber in der Natur Phänomene gibt, wo Licht ohne allen Beytritt von Sauerstoffgas aus verbrennlichen Körpern zum Vorschein kommt, und überhaupt noch viele andere Erscheinungen, bey welchen Licht ohne Sauerstoffgas entstehet, gar nicht erkläret werden könnten, so haben vorzüglich die Herrn **Leonhardi**, **Richter** und **Gren** diese Lücken zu ergänzen gesuchet, indem sie bey den chemischen Operationen einen eigenen Stoff mitwirken lassen, welcher in den verbrennlichen Körpern als ein eigener Bestandtheil vorhanden ist, und in Vereinigung mit dem Wärmestoffe das leuchten hervorbringt. Diesen Bestandtheil nennen sie Brennstoff, welcher mit dem Wärmestoffe verbunden das Licht erzeuget. M. s. **Brennstoff.**

Herr **Gren** macht auf den Umstand aufmerksam, daß in allen den Fällen, wenn aus den Körpern Licht entwickelt werden soll, durchaus ein gewisser Grad von Wärme nöthig ist; daraus schließt er, daß das Licht keine ursprünglich expansible Flüssigkeit, sondern daß seine Expansibilität eine vom Wärmestoffe abgeleitete oder mitgetheilte, oder daß das Licht aus einer an sich nicht expansiblen, eigenthümlichen Basis und dem Wärmestoffe zusammengesetzet sey. Diese eigenthümliche Basis des Lichtes, welche in chemischer Vereinigung mit dem Wärmestoffe erst das Licht macht, und mit ihm eine specifisch verschiedene Materie constituirt, welche vermögend ist, das Organ des Gesichts zu afficiren, nennt

er

er **Brennstoff** oder **Phlogiston.** Nach Herrn Gren ist also der Wärmestoff das fluidum deferens, welches nach des Herrn **de Lüc** gerade umgekehrt das Licht ist. Aus diesem Satze, daß das Licht eine aus dem Brennstoff und Wärmestoff zusammengesetzte Flüssigkeit sey, sucht Herr Gren eine Menge von Erscheinungen des Lichtes und Feuers zu erklären, die sonst nach der Meinung ganz unerklärt bleiben müßten. So höre das Licht auf, vom Gesichte empfunden zu werden, nicht allein, wenn seine Intensität bis auf einen gewissen Grad abnehme, sondern auch, wenn das Verhältniß des Brennstoffs zum Wärmestoffe darin bis auf eine gewisse Grenze vermindert worden sey, wo es sich uns dann bloß als reiner Wärmestoff offenbaren könne. Ferner könne das Licht zersetzt und auch wieder zusammengesetzet werden; es könne verändert werden oder in eine andere Art des farbigen Lichtes übergehen, wenn das Verhältniß seiner Bestandtheile geändert werde. Das Licht zersetze sich, wenn seine Basis durch Anziehung anderer Substanzen dagegen vom Wärmestoffe getrennt werde, und dieser folglich als reiner freyer Wärmestoff übrig bleibe, welcher nicht mehr leuchtend sey. Es könne aber auch dadurch aufhören, leuchtend zu seyn, wenn es, ohne zersetzt zu werden, seiner ganzen Zusammensetzung nach durch Anziehung anderer Materien dazu, aufhöret, expansible Flüssigkeit zu seyn, oder figiret werde u. s. w. Nach der Theorie des Herrn Gren müßte der Ausdruck **Licht** mit dem **Feuer** einerley bedeuten, indem er unter Feuer eine Verbindung des Lichtes mit Wärmestoff versteht, d. h. nämlich Brennstoff und Wärmestoff. Allein es scheint doch, daß uns die Erfahrung nicht berechtige, beides für identisch anzunehmen, indem nicht alles Leuchten ein Feuer ist. Daß man das Licht gemeiniglich mit Wärme begleitet wahrnimmt, scheint noch keinen Grund der Zusammensetzung des Lichtes aus Brennstoff und Wärmestoff zu geben. Es kann die Lichtmaterie als einfacher Stoff betrachtet eine sehr große Verwandtschaft mit dem Wärmestoffe haben; daher auch

beide immer in Verbindung mit einander erscheinen. Daraus lassen sich aber eben so leicht die Erscheinungen des Lichtes erklären, als nach der Theorie des Herrn **Grens.** Die Meinung, daß das Licht eine einfache Substanz sey, scheint sich nach den neuesten merkwürdigen Versuchen des Herrn **Göttlings** immer mehr zu bestätigen. M. s. **Gas, phlogistisirtes, Stickstoff.**

Nur sehr wenige Naturforscher und Chemiker bezweifeln die Materialität des Lichtes. Unter den Phlogistikern ist es Herr Hofr. **Voigt** [α]), welcher das Licht nach Euler durch eine bloße Erschütterung eines sonst in Ruhe befindlichen Stoffs zu erklären suchet, und diese Erschütterung durch das Gegeneinanderwirken seiner beiden Brennstoffe entstehen läßt. Unter den Antiphlogistikern hat Herr **Girtanner** überhaupt an dem Daseyn eines Lichtstoffs gezweifelt. M. s. **Brennstoff.** Und Herr **Scherer** [β]) beschuldiget sogar diejenigen, welche das Licht als materielle Substanz annehmen, der gröbsten Inconsequenz. Seine Gründe, welche er gegen die Materialität des Lichtes aufführet, sind bey weitem nicht hinreichend, von der Behauptung derselben abzugehen. Unter andern beruft er sich auch auf die wichtigen Erfahrungen des Herrn **von Humboldt.** Dieser sah, daß in einer Tiefe von 2 bis 300 Ellen poa compressa, poa triuialis, briza media, bromus mollis, selbst plantago lanceolata, trifolium officinale, trifolium aruense und andere Pflanzen keimen, neue Blätter treiben, die alten nicht fallen lassen, mit Rispen blühen u. s. f. alles wie auf der von der Sonne beschienenen Oberfläche der Erde. Es war die Farbe dieser unterirdischen Gewächse grün, und zwar fand sich diese in verschiedenen Modificationen. Eine merkwürdige Flechtenart (lichen verticillatus Humb.) scheint sich das Innere des Erdkörpers zum ausschließenden Wohnorte gewählt zu haben und treibt doch grüne Keime. Mehrere andere Pflan-

α) Versuch einer neuen Theorie des Feuers ꝛc. Jena 1794. 8.
β) Nachträge zu den Grundzügen der neuern chemischen Theorie. Jena 1796. 8.

Pflanzen, welche Herr **von Humboldt** in verschiedenen Stellen, deren Luft ziemlich verdorben und von wässerigen Dünsten feucht war, stellte, behielten mehrere Wochen lang ein auffallend frisches Ansehen, und warfen ihre alten Blätter nicht ab. Die jungen, die schon über Tage getrieben waren, wuchsen sichtbar, ohne mit dem Wachsthume ihre Farbe merklich zu verändern, und eine Menge neuer sproßten üppiger, als gewöhnlich hervor *). Diese wichtigen Erfahrungen, sagt Herr **Scherer**, nöthigen uns gerade zu, an einer Statt findenden Verbindung des Lichtes mit den Vegetabilien zu zweifeln. Allein es scheint hier mehr als wahrscheinlich, daß diese Erfahrungen keinesweges die allgemeine Thatsache vom Einflusse des materiellen Lichtes auf die Vegetation umstoßen, sondern nur beweisen, daß die Pflanzen ihren Lichtstoff aus andern Substanzen, besonders aus gewissen Gasarten zu ziehen im Stande sind.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** an verschiedenen Stellen. **Leonh. Eulers** Briefe über verschiedene Gegenstände aus der Naturlehre, aufs neue übersetzt mit Anmerkungen und Zusätzen von **Fried. Kries**. B. I. Leipz. 1792. gr. 8. Brief 42. S. 240 u. f.

Lichtstrahl s. **Licht.**

Lichtkegel s. **Strahlenkegel.**

Lichtträger s. **Phosphoren.**

Linsengläser, Glaslinsen, dioptrische Linsen (lentes dioptricae, verres dioptriques) heißen Gläser von kreisförmigem Umfange, welche entweder auf einer oder auf beiden Seiten eine kugelförmig erhabene oder hohle Krümmung besitzen. Sie werden aus dazu schicklichen Glasstücken geschliffen und gehörig polirt. Man suchte ihnen auch sonst andere, vorzüglich elliptische und parabolische Gestalten zu geben, um dadurch die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt zu vermeiden. Da man aber die Absicht nicht erreichen konnte, so hörte man auch auf, mehrere

*) Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, a. d. Latein. von Fischer. Leipz. 1794. S. 123 f.

rere dergleichen zu verfertigen. Man sehe **Abweichung, dioptrische.**

Wenn die Glaslinse auf beiden Seiten erhaben ist, so nennt man sie ein **Converglas** (lens vtrinque convexa, verre convexo-convexe); ist sie nur auf der einen Seite erhaben, und auf der andern völlig eben, so heißt sie ein **Planconverglas** (lens plano-conuexa, verre plan-convexe); ist endlich das Glas auf der einen Seite erhaben, und auf der andern hohl, doch so, daß der Halbmesser der erhabenen Seite kleiner als der der hohlen Seite ist, so nennt man das Glas einen **Meniskus** oder **Mond** (meniſcus, lunula, méniſque). Diese drey Arten von Linsengläsern haben das gemein, daß sie in der Mitte dicker, als gegen den Rand zu sind; sie werden unter dem gemeinschaftlichen Nahmen **erhabene Linsengläser** oder **Convergläser** (lentes conuexae, verres convexes) begriffen.

Wenn ein Glas so geschliffen, daß es auf beiden Seiten hohl ist, so nennt man es ein **Concavconcavglas** (lens vtrinque concaua, verre concavo-concave); ist es hingegen nur auf der einen Seite hohl und auf der andern eben, so heißt es ein **Planconcavglas** (lens plano-concaua, verre plan-concave); ist es endlich auf der einen Seite erhaben und auf der andern hohl, doch so, daß der Halbmesser der erhabenen Seite größer als der der hohlen ist, so wird es ein **Concavoconverglas** (lens concauo-conuexa, verre concavo-convexe) genannt. Diese drey Arten von Linsengläsern, welche in der Mitte dünner als gegen den Rand zu sind, begreift man unter dem gemeinschaftlichen Nahmen **Hohlgläser, Hohllinsen** (lentes concauae, verres concaves).

Bey allen diesen Arten von Glaslinsen heißt diejenige gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt derselben geht, und auf den Krümmungen oder ebenen Flächen der Seitenflächen senkrecht steht, **die Axe der Linsen.** In diesem Falle

Falle sagt man alsdann, daß die Glaslinsen richtig centriret sind.

Wenn eine Glaslinse richtig centriret ist, so sind die Flächen um den Mittelpunkt mit einander parallel. Ist daher die Dicke des Glases nicht beträchtlich, so kann auch ohne merklichen Fehler angenommen werden, **daß jeder auf die Mitte fallender Strahl ungebrochen durch die Linse hindurchgehe.** Man nennt einen solchen Strahl auch wohl den **mittleren Strahl** oder den **Hauptstrahl.**

Es ist sonst auch der Ausdruck nicht ungewöhnlich; eine Glaslinse sey zweyzöllig, dreyzöllig, zweyfüßig u. s. w. wenn die Durchmesser beider Krümmungen der auf beiden Seiten erhabenen oder hohlen Gläser zwey Zoll, drey Zoll, zwey Fuß u. s. w. betragen. Wenn die beiden Seiten der Glaslinsen verschiedene Halbmesser zu ihren Krümmungen haben, wie beym Meniskus und Concavconvexglase allemahl, so ist diese Benennung nicht mehr schicklich.

Es sey (fig. 46.) l ein leuchtender Punkt in der Axe lc, welcher den Strahl ld auf eine brechende Kugelfläche wirft, wozu der Mittelpunkt c gehöret, so läßt sich aus der bekannten Lage des einfallenden Strahls ld gegen die Axe lc, nebst dem Brechungsverhältnisse $= \mu : \nu$ die Lage des gebrochenen Strahls dm finden. Die Ebene des Dreyecks ldc schneidet die Kugel durch den Mittelpunkt, auf welcher folglich zugleich der Bogen gdba als ein Stück von einem größten Kreise auf der Oberfläche der Kugel und der gebrochene Strahl dm liegt. Man ziehe den Halbmesser cd, und verlängere selbigen nach e, so ist ed auf dem Bogen gdba senkrecht, und daher das Einfallsloth und der Winkel lde $= cdf = \alpha$ der Neigungswinkel. Nun hat man $\sin. \alpha : \sin. \beta = \mu : \nu$, mithin den Sinus des gebrochenen Winkels oder $\sin. \beta = \frac{\nu \,.\, \sin. \alpha}{\mu}$, woraus sich nach den Tafeln der Winkel β finden läßt. Setzt man also diesen an cd bey d, so ergibt sich die Linie dm oder die Lage des gebrochenen Strahls.

Weil hier die brechende Fläche eine Glasfläche ist, in welche der Lichtstrahl aus der Luft übergehet, so ist $\mu : \nu = 3 : 2$, mithin $\sin. \beta = \frac{2}{3} \sin. \alpha$, wofür sich, wenn α nicht über 30° beträgt, ohne merklichen Fehler $\beta = \frac{2}{3} \alpha$ setzen läßt. Man hat demnach in diesem Falle nur nöthig, zwischen den Schenkeln df und dc des Winkels fdc einen Bogen mit willkürlichem Halbmesser zu verzeichnen, diesen in drey Theile zu theilen, und für den Winkel β zwey Theile als das Maß desselben zu nehmen.

Noch allgemeiner kann man die Brechung des Lichtes in Kugelflächen durch folgende Rechnung bestimmen:

Nimmt man den Winkel bcd $= \gamma$, den Halbmesser cd $=$ cb $=$ r, und der gebrochene Strahl dm schneide die Axe lc in p, so wird der Winkel dpb $= \gamma - \beta$, und in dem Dreyecke cdp hat man r : cp $= \sin. (\gamma - \beta) : \sin. \beta$, also $cp = \frac{r \,.\, \sin. \beta}{\sin. (\gamma - \beta)}$. Je näher der auffallende Strahl ld dem Punkte b kömmt, desto kleiner werden die Winkel α, β, γ, und desto näher wird ld $=$ lb. Fällt der Strahl ganz nahe bey b, so sind nun diese Winkel sehr klein, und man kann ohne merklichen Fehler ld $=$ lb annehmen; alsdann verhalten sich aber auch diese Winkel wie ihre Sinus, oder auch wie die Bogen, welche zwischen den Schenkeln dieser Winkel mit dem Halbmesser $= 1$ sind beschrieben worden, und es ist nun $cp = \frac{r \,.\, \beta}{\gamma - \beta}$ und $\beta = \frac{\nu}{\mu} . \alpha$, mithin auch $\frac{\beta}{\gamma - \beta} = \frac{\nu \alpha}{\mu \gamma - \nu \alpha}$ und $cp = \frac{\nu r \alpha}{\mu \gamma - \nu \alpha}$. Weil ferner der Winkel ldc $= 180^\circ - \alpha$, so ist $\sin. \gamma = \frac{ld \,.\, \sin. \alpha}{lc}$, weil nämlich lc : ld $= \sin. \alpha : \sin. \gamma$ ist, oder, wenn die Winkel α, γ sehr klein sind, wie hier vorausgesetzet wird, $\gamma = \frac{ld \,.\, \alpha}{lc} = \frac{lb \,.\, \alpha}{lc}$, also wird cp $=$

$\nu . r$

$\frac{\nu . r . \alpha}{\mu\alpha (lb : lc) - \nu\alpha} = \frac{\nu . r\alpha}{\mu ((lb : lc) - \nu) \alpha} = \frac{\nu r}{\mu (lb : lc) - \nu} = \frac{\nu r . lc}{\mu . lb - \nu . lc}$. Setzt man nun noch $lb = \delta$, folglich $lc = lb + bc = \delta + r$, so ergibt sich $cp = \frac{\nu r (\delta + r)}{\mu\delta - \nu (\delta + r)} = \frac{\nu r (\delta + r)}{(\mu - \nu) \delta - \nu r}$. Weiter ist $pb = cp + cb$ oder die Entfernung des Punktes p von der brechenden Kugelfläche $= \frac{\nu r (\delta + r)}{(\mu - \nu) \delta - \nu r} + r = \frac{\mu \delta r}{(\mu - \nu) \delta - \nu r}$. Diese Formel gibt für die Brechung aus Luft in Glas, wo $\mu = 3$ und $\nu = 2$ ist,

$$pb = \frac{3\delta r}{\delta - 2r},$$

woraus sich alles ableiten läßt, was von der Brechung des Lichtes durch eine Kugelfläche verlangt wird. Es genüget hier, einige Beyspiele zur Erläuterung anzuführen.

1. Sind die einfallenden Strahlen mit der Axe parallel, folglich $lb = \delta$ unendlich groß, so verwandelt sich der Ausdruck $\frac{3\delta r}{\delta - 2r}$ in $\frac{3r\infty}{\infty - 2r} = \frac{3r\infty : \infty}{(\infty - 2r) : \infty} = \frac{3r}{1} = 3r$, oder ein jeder Strahl kommt nach der Brechung in einen Punkt der Axe zusammen, welcher von der brechenden Fläche um drey Halbmesser derselben entfernet ist.

2. Wenn lb dem Durchmesser der Kugel gleich ist, oder $\delta = 2r$, so ist $\delta = 2r - 0$, mithin pb unendlich groß, d. h. die gebrochenen Strahlen haben gar keinen Vereinigungspunkt, sondern laufen nach der Brechung mit der Axe parallel.

3. Ist lb kleiner als der Durchmesser, z. B. nur eben so groß als der Halbmesser, so wird $\delta - 2r = -r$, und $pb = \frac{3rr}{-r} = -3r$ oder negativ, d. h. die gebrochenen Strah-

Strahlen werden divergent oder zerstreuet. In dem angenommenen Beyspiele fahren sie so aus einander, als ob sie von einem Punkte in der Axe herkämen, welcher vor der Kugelfläche um den dreyfachen Durchmesser entfernet liegt.

4. Ist die Kugelfläche hohl, so hat der Halbmesser eine der vorigen entgegengesetzte Lage, ist folglich negativ oder $-r$, also auch $pb = -\frac{3\delta r}{\delta + 2r}$ negativ, oder die Strahlen werden so zerstreuet, als kämen sie aus einem vor der Kugelfläche liegenden Punkte her.

5. Haben die einfallenden Strahlen eine solche Lage, daß sie hinter der brechenden Fläche mit der Axe zusammenfallen, oder sind sie schon mit der brechenden Fläche convergent, so wird alsdann $bl = \delta$ negativ, und man erhält $bp = \frac{-3\delta r}{-\delta - 2r} = \frac{3\delta r}{\delta + 2r}$. Dergleichen Strahlen bleiben bey einer erhabenen Kugelfläche, wo r positiv ist, allemahl convergent; bey einer hohlen Fläche aber, wo r negativ ist, laufen sie mit der Axe parallel, wenn $\delta = 2r$, und werden divergent, wenn δ kleiner, als $2r$ ist.

6. Wenn das Licht aus dem Glase in die Luft übergehet, so ist das Brechungsverhältniß $= \nu : \mu = 2 : 3$, und man hat nur nöthig, in der allgemeinen Formel $\frac{\mu\delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}$ die Buchstaben μ und ν zu verwechseln, um daraus alles herzuleiten, was dabey Statt finden kann. Man hat nämlich

$$pb = \frac{\nu\delta r}{(\nu - \mu)\delta - \mu r} = -\frac{2\delta r}{\delta + 3r}.$$

Dieser negative Werth zeigt, daß bey dieser Brechung erhabene Kugelflächen die auseinander fahrenden Strahlen zerstreuen. Für convergente Strahlen erhält man die Resultate, wenn man δ negativ setzt, und für hohle Kugelflächen wenn r negativ genommen wird. So wird bey convergen-

ten

ten Strahlen bey hohlen Kugelflächen so wohl δ als r negativ, und man hat

$$pb = \frac{\nu \delta r}{-(\nu - \mu)\delta + \mu r} = \frac{\nu \delta r}{(\mu - \nu)\delta + \mu r}$$

Wenn der Punkt p ein wirklicher Vereinigungspunkt der von dem leuchtenden Punkte l auf die erhabene Kugelfläche gefallenen und in selbiger gebrochenen Strahlen ist, so würde es dem Auge, welches hinter p sich befindet, eben so vorkommen, als wenn p ein leuchtender Punkt wäre; mithin ist p ein Bild von l, welches in diesem Falle physisch ist, weil alle Strahlen von p wirklich ins Auge kommen. Liegt hingegen der Punkt p, wie nach n. 3, vor der brechenden Kugelfläche, so scheint es dem Auge, als wenn alle Strahlen, welche eigentlich von l aus die brechende Fläche erleuchten, von p herkämen, und hinter der brechenden Kugelfläche aus einander giengen; da alsdann in diesem Falle der Punkt p wenigstens ein geometrisches Bild ist. In solchen Fällen, wo das Bild p des leuchtenden Punktes hinter der brechenden Kugelfläche liegt, nennt man es auch einen **Sammlungspunkt**; in solchen Fällen aber, wo das Bild des leuchtenden Punktes vor der brechenden Kugelfläche liegt, heißt es ein **Zerstreuungspunkt**, weil alsdann die Strahlen, welche von diesem Punkte auszugehen scheinen, hinter der brechenden Fläche divergent sind.

Aus diesem Angeführten wird es nun leicht seyn, die Brechung des Lichtes in den Linsengläsern zu bestimmen: es sey (fig. 47) lp die Axe der Linse, l ein leuchtender Punkt in selbiger, und ld ein einfallender Strahl, so wird die Ebene des Winkels dlg durch beyder Kugeln Mittelpunkte gehen, und zugleich die Linse in zwey gleiche Theile theilen, und der Bogen adbe so wohl als auch der Bogen afie werden Bogen größter Kreise auf der Oberfläche der Kugeln seyn, deren Halbmesser gd und hf sind. Nun erhellet, daß der einfallende Strahl hinter der Vorderfläche so gebrochen werden müsse, daß er mit der Axe in p zusammenfiele; weil er aber in der Hinterfläche afe nochmahls gebrochen wird, so

fällt er mit der Axe in den Punkt q zusammen. Da nun dieses von allen aus l sehr nahe bey b auffallenden Strahlen gilt, so ist eigentlich q der Vereinigungspunkt aller von l auf a b e auffallenden Strahlen, oder das Bild von l.

Es ist die Entfernung $lb = \delta$ des leuchtenden Punktes l von der Vorderfläche der Linse nebst den Halbmessern $hf = \varrho$ und $gd = r$, und dem Brechungsverhältnisse für Luft und Glas $= \mu : \nu$ gegeben, man sucht die Entfernung iq des Bildes p von der Hinterfläche der Linse.

Für den Ort des Bildes p hat man $bp = \frac{\mu \delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}$, welches die in der Vorderfläche zum erstenmahle gebrochenen Strahlen machen würden. Wenn nun der gebrochene Strahl dp die Hinterfläche der Linse in f trifft, so wird er abermahls in die Lage fq gebrochen, und man findet $qi = \frac{\nu \cdot pi \cdot \varrho}{(\mu - \nu) pi + \mu \varrho}$. Setzt man ferner die Dicke des Glases $bi = \varepsilon$, so hat man alsdann $ip = bp - bi = bp - \varepsilon$, und es ergibt sich $iq = \frac{\nu (bp - \varepsilon)\varrho}{(\mu - \nu)(bp - \varepsilon) + \mu \varrho}$. Weil aber die Dicke des Glases gewöhnlicher Maßen in Vergleichung mit den übrigen Linien, wofern die Linse nicht eine ganze Kugel ist, sehr klein, so kann man ohne merklichen Fehler ε als eine verschwindende Größe betrachten, und es wird daher $iq = \frac{\nu \cdot bp \cdot \varrho}{(\mu - \nu) bp + \mu \varrho}$. Da nun $bp = \frac{\mu \delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}$, so findet man

$$iq = \frac{\nu \mu \delta \varrho r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r} : \left(\frac{(\mu - \nu)\mu \delta r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r} + \mu \varrho\right)$$

$$= \frac{\nu \mu \delta \varrho r}{(\mu - \nu)\delta - \nu r} : \left(\frac{(\mu - \nu)\mu \delta r + (\mu - \nu)\mu \delta \varrho - \nu r \mu \varrho}{(\mu - \nu)\delta - \nu r}\right)$$

$$= \frac{\nu \mu \delta \varrho r}{((r + \varrho)(\mu - \nu)\delta - \nu \varrho r)\mu} = \frac{\nu \delta \varrho r}{(r + \varrho)\delta(\mu - \nu) - \nu r \varrho}$$

Ist

Ist nun die Linse von Glas, durch welche das Licht aus Luft wieder in Luft übergehet, so ist $\mu : \nu = 3 : 2$, und man hat

$$iq = \frac{2\delta r \varrho}{(r + \varrho)\delta - 2r\varrho}.$$

Diese Formel gibt unter den angenommenen Voraussetzungen für alle Strahlen, welche von dem leuchtenden Punkte l zwischen b und d einfallen, einerley q, und so wird überhaupt alles Licht, welches in einem Lichtkegel enthalten ist, dessen Halbmesser der Grundfläche = b d, hinter der Linse in dem Punkte q vereiniget, und dieserwegen heißt auch der Punkt q der Vereinigungspunkt oder das Bild des leuchtenden Punktes l, i q die **Vereinigungsweite**, oder die **Entfernung des Bildes von der Linse.** Wenn beyde Kugelsegmente, woraus die Linse zusammengesetzet worden, gleich groß und von gleichen Kugeln sind, so ist alsdann $r = \varrho$, und man erhält $iq = \frac{2r^2\delta}{2r\delta - 2r^2} = \frac{r\delta}{\delta - r}$. Ist in diesem Falle δ kleiner als r, so wird nun i q negativ, oder es fällt der Punkt q vor die Linse, d. h. die Strahlen laufen nach der Brechung so auseinander, als kämen sie aus dem Punkte q vor dem Glase her; es ist also der Punkt q nunmehr ein **Zerstreuungspunkt** oder ein geometrisches Bild des leuchtenden Punktes l.

Wenn die einfallenden Strahlen mit der Axe parallel, oder unendlich groß sind, so wird $iq = \frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r + \varrho)}$, oder für Luft und Glas $= \frac{2r\varrho}{\varrho + r}$. Dieß ist der Fall, wenn die einfallenden Strahlen von der Sonne herkommen; und weil sie alsdann in ihrem Vereinigungspunkte brennen, so nennt man diesen den Brennpunkt, und i q die Brennweite der Linse. Bezeichnet man die Brennweite mit f, so ist alsdann $f = \frac{2r\varrho}{r + \varrho}$. M. s. **Brennweite.**

Der Ausdruck $iq = \frac{\nu\delta r\varrho}{(\mu-\nu)\delta(r+\varrho)-\nu r\varrho}$ gibt auch

$$iq = \delta . \frac{\nu r\varrho}{(\mu-\nu)(r+\varrho)} : \left(\delta - \frac{\nu r\varrho}{(\mu-\nu)(r+\varrho)}\right)$$

folglich $iq = \frac{\delta f}{\delta - f}$, d. h. die Entfernung des Bildes von der Glaslinse ist gleich dem Produkte der Brennweite in die Entfernung des leuchtenden Punktes dividirt durch die Entfernung weniger der Brennweite.

Wenn daher die Halbmesser der beyden Krümmungen einer Linse bekannt sind, so läßt sich daraus die Brennweite, und aus dieser nebst der Entfernung des leuchtenden Punktes vom Glase die Entfernung des Bildes von demselben bestimmen. Es sey z. B. bey einem biconvexen Glase der Halbmesser der einen Fläche $= 6$ Zoll, und der der andern $= 8$ Zoll, so ist die Brennweite der Linse $= \frac{2.\ 6.\ 8}{6+8} = 6\frac{6}{7}$ Zoll. Beträgt nun die Entfernung eines leuchtenden Punktes von der Linse $= 100$ Zoll, so ist die Entfernung des Bildes vom Glase $= \frac{100.\ 6\frac{6}{7}}{100 - 6\frac{6}{7}}$ ungefähr $7\frac{1}{2}$ Zoll.

Ist die Entfernung des leuchtenden Punktes vom erhabenen Linsenglase der doppelten Brennweite gleich, oder $\delta = 2f$, so ist die Entfernung des Bildes eben so groß. Denn alsdann hat man $iq = \frac{2ff}{2f-f} = 2f$.

Bey einem Hohlglase ist es am rathsamsten, sogleich die Werthe $-f$ und $-iq$ zu suchen, welche sogleich die Entfernungen des Glases von dem Zerstreuungspunkte geben. Beym Concavconcavglase sey der Halbmesser der einen Fläche $= 4$ Zoll, der der andern $= 8$ Zoll, so hat man $-f = \frac{2.\ 4.\ 8}{4+8} = \frac{64}{12} = 5\frac{1}{3}$ Zoll; und wenn der leuchtende Punkt

12 Zoll weit von dem Glase steht, wird $- iq = \frac{5\frac{1}{3} \cdot 12}{5\frac{1}{3} + 12}$ $= 3\frac{5}{9}$ Zoll, d. h. die Strahlen fahren so auseinander, als kämen sie aus einem von $3\frac{5}{9}$ Zoll vor dem Glase gelegenen Punkte her.

Wenn der Punkt (fig. 48.) k von der Axe lq der biconvexen Glaslinse ae um lk entfernet liegt, so werden alle Strahlen, welche aus dem Punkte k nahe bey dem Hauptstrahl kt auf die Glaslinse fallen, nach der zweymahligen Brechung aus dem Glase in die Luft in einerley Punkt t zusammen kommen, welcher von der Hinterfläche der Linse eben so weit entfernet ist, als der Vereinigungspunkt q aller von l auf die Linse fallender Strahlen, wenn die scheinbare Entfernung des Punktes k von der Axe lq aus b gesehen, sehr klein ist. Denn in einem solchen Falle kann man ohne merklichen Fehler kf = lb und ot = iq setzen.

Steht die Linie kl auf der Axe lq senkrecht, so sieht man alsdann leicht, daß die Strahlen aller Punkte dieser Linie hinter der Linse wieder in Punkte zusammenlaufen, welche ebenfalls in der geraden Linie tq liegen, so daß tq ein Bild der geraden Linie lk ist. Man sieht ferner, daß eben so von irgend einem andern sichtbaren Gegenstande, welches Licht auf die Linse wirft, und dessen scheinbare Größe aus der Mitte der Linse gesehen sehr klein, ein Bild dieses Gegenstandes hinter der Linse entstehen müsse, welches demselben in allen ähnlich, nur verkehrt ist. Wäre also kl der sichtbare Halbmesser oder Durchmesser des erleuchteten Objektes, so ist alsdann qt der sichtbare Halbmesser oder Durchmesser des Bildes, und es sind die Dreyecke lmk und qmt einander ähnlich; demnach hat man lk : qt = lm : qm. Wäre nun die Dicke des Glases in Vergleichung mit den Halbmessern klein, so ist alsdann beinahe lm = lb, und qm = qi, folglich kl : qt = lb : qi, d. h. die sichtbaren, folglich auch die wahren Halbmesser oder Durchmesser des leuchtenden Objektes und des Bildes verhalten sich zu einander, wie die Entfernungen derselben vom Glase.

Wenn die Entfernung des Objektes von der Linse $= \delta$, die Brennweite $= f$, und die Entfernung des Bildes $= x$ gesetzet wird, so bleibet auch $x = \frac{\delta f}{\delta - f}$. Ist der Gegenstand k l von der Linse a e sehr weit entfernet oder δ unendlich groß, so wird nun $x = f$, d. h. die Bilder unendlich entfernter Gegenstände fallen in den Brennpunkt. Kömmt der Gegenstand dem Glase näher, so rückt das Bild vom Brennpunkte weiter ab. Es kann also kein Bild dem Glase näher liegen als der Brennpunkt. Steht der Gegenstand von der Linse um eine Entfernung ab, welche der doppelten Brennweite gleich ist, so wird auch $x = 2f$, oder sein Bild ist hinter dem Glase eben so weit entfernet, und eben so groß als der Gegenstand. Wenn hingegen δ noch kleiner wird, folglich das leuchtende Objekt sich dem Glase noch mehr nähert, so wird sich das Bild weiter davon entfernen, und es wird gänzlich wegfallen, wenn $\delta = f$ ist. Denn in diesem Falle laufen die gebrochenen Strahlen mit einander parallel; daher auch der Satz, **Strahlen, welche aus dem Brennraume eines erhabenen Glases kommen, werden nach der Brechung unter einander parallel.** Würde $\delta < f$, oder der Gegenstand rückte dem Glase noch näher, als die Brennweite beträgt, so wird alsdann x negativ, und es ergibt sich $x = -\frac{\delta f}{\delta - f}$, d. h. alle die von einerley Punkten des Gegenstandes ausgehenden Strahlen gehen nach der Brechung hinter dem Glase auseinander, und zwar so, daß sie von einerley Punkte vor dem Glase herzukommen scheinen, welcher zwar anfänglich von dem Glase weit entfernet ist, aber gar bald selbigem näher kömmt, wenn δ kleiner wird, und kein physisches, sondern nur ein geometrisches Bild ist.

Würden die Strahlen auf das Glas so auffallen, daß sie gehörig verlängert mit der Axe hinter demselben zusammenfielen, so würde alsdann δ negativ, und daher $x = \frac{\delta f}{\delta + f}$

allemahl

allemahl positiv; demnach gibt es hier allemahl ein Bild, welches aber dem Glase näher ist, als die Fokuslänge.

Bey dem Planconvexglase ist allemahl der eine Halbmesser unendlich groß, weil die eine Seite völlig eben ist. Setzt man also in dem Ausdrucke $f = \frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r + \varrho)}$ den Halbmesser $\varrho = \infty$, so wird $f = \frac{\nu r}{\mu - \nu}$, und die Entfernung $x = \frac{\delta f}{\delta - f}$ wie bey dem Biconvexglase.

Bey dem Meniskus ist der eine Halbmesser der hohlen Seite negativ und größer als der Halbmesser der erhabenen Seite. Wäre demnach ϱ negativ, so würde $f = \frac{-\nu \varrho r}{(\mu - \nu)(r - \varrho)}$ $= \frac{\nu \varrho r}{(\mu - \nu)(\varrho - r)}$ allemahl positiv, also hat der Meniskus einen wirklichen Brennpunkt, man mag dem Objekte die Hohle oder erhabene Seite zukehren. In Ansehung des Abstandes des Bildes hat der Meniskus mit dem **Biconvex-** und **Planconvexglase** einerley Eigenschaften.

Es ist folglich die allgemeine Eigenschaft der erhabenen Gläser, daß sie die auffallenden Lichtstrahlen weniger auseinanderfahrend oder mehr zusammenfahrend machen. Dieserwegen heißen sie auch **Sammlungsgläser.**

Was das Concavconcavglas betrifft, so sind beyde Halbmesser r und ϱ negativ, mithin $f = \frac{\nu}{\mu - \nu} \cdot \frac{r}{\varrho - r}$ $= -\frac{\nu}{\mu - \nu} \cdot \frac{r}{r + \varrho} = -\frac{2r}{r + \varrho}$ allemahl negativ. Auch ist $x = -\frac{\delta f}{f + \delta}$ beständig negativ, so lange δ positiv bleibet. Ist δ unendlich groß, oder die auffallenden Strahlen sind unter sich parallel, so werden sie nach der Brechung so divergent, als ob sie aus einem näher vor dem Glase lie-

genden Punkte ausgegangen wären, indem alsdann $x = -f$ ist. Wird hingegen δ negativ, oder die Strahlen fallen convergirend auf die Linse, so wird $x = \frac{\delta f}{f - \delta}$, daß also solche Strahlen 1. weniger convergirend werden, wenn δ kleiner als f ist, 2. parallel werden, wenn $\delta = f$, und endlich 3. gar divergent ausgehen, wenn δ größer als f ist. Der zweyte Fall gibt den Satz: **Strahlen, welche nach dem Brennpunkte eines Hohlglases zu convergiren, laufen nach der Brechung mit einander parallel.**

Beym Planconcavglase ist der eine Halbmesser unendlich groß, und der andere negativ, mithin bleibt auch $f = -\frac{\nu r}{\mu - r}$ negativ und $x = -\frac{\delta f}{\delta + f}$ ebenfalls negativ, wie beym Concavconcavglase.

Beym Concavconvexglase ist der Halbmesser der hohlen Seite ebenfalls negativ, aber kleiner als der Halbmesser der erhabenen Seite. Nimmt man demnach ϱ negativ, so bleibt $f = -\frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r - \varrho)}$ negativ. Die übrigen Eigenschaften sind völlig einerley mit den Eigenschaften der übrigen beyden Hohlgläser.

Wegen der allgemeinen Eigenschaft, die Strahlen mehr zu zerstreuen oder doch ihre Convergenz zu schwächen, werden die Hohlgläser **Zerstreuungsgläser** genannt.

Cartesius *) zeigt, daß wenn man das Verhältniß der großen Axe einer Ellipse zu der Entfernung der Brennpunkte dem Verhältnisse der Brechung aus Luft in Glas gleich nimmt, alsdann die Strahlen, welche parallel mit der Axe auf das gläserne elliptische Sphäroid fallen, nach dem entfernten Brennpunkte hin gebrochen werden. Die Hyperbel hat in Rücksicht hohler Flächen eben dieselben Eigenschaften. Hierdurch ließen sich Linsen mit elliptischen oder hyperbolischen Flächen angeben, welche alle mit der Axe parallele Strahlen

*) Dioptr. cap. 8.

Strahlen genau in q vereinigten. Allein für schiefe Strahlen, welche von leuchtenden Punkten außer der Axe herkommen, würde die Abweichung dabey noch größer werden, und doch die weit beträchtlichere Abweichung wegen der Farben nicht weggeräumet seyn. Daher auch dergleichen Linsengläser weiter nicht in Gebrauch gekommen sind.

Es sey der Glanz des leuchtenden Objektes k l gegeben, welches sein Licht auf das Sammlungsglas a e sendet, man soll die Erleuchtung des deutlichen Bildes suchen, welches die gebrochenen Strahlen darstellen.

Wenn man mit dem Halbmesser m l oder wegen der geringen Dicke des Glases mit b l = m l eine Kugelfläche beschreibet, so wird, weil der scheinbare Durchmesser k b l hier sehr klein angenommen wird, das Stück dieser Kugelfläche, welches zwischen den scheinbaren Grenzen des leuchtenden Objektes enthalten ist, mit einer in l auf k l senkrechten Fläche beynahe einerley. Dieß Kugelstück sey also k l, und die Fläche desselben $= E^2$, die Entfernung $m l = b l = \delta$, so ist die scheinbare Größe aus b gesehen $= \frac{E^2}{\delta^2}$. Auf die Vorderfläche der Linse fällt nun so viel Licht, als die kreisförmige Grundfläche des Segments auffangen würde, dessen Figur mit der Vorderfläche der Linse übereinkömmt; auf diesen Kreis würde aber das Licht an allen Stellen beynahe senkrecht auffallen. Es sey demnach die halbe Breite der Linse $= \alpha$, die darauf fallende Lichtmenge $= M$ und der Glanz der leuchtenden Fläche $= \text{ſ}$, so ist nach Gründen der Photometrie $M = \frac{E^2 . \text{ſ} . \alpha^2}{\delta^2}$, Ferner sey die Fläche des deutlichen Bildes $= \varepsilon^2$, die Erleuchtung desselben $= n$, so ist $n = \frac{M}{\varepsilon^2} = \frac{E^2 . \text{ſ} . \alpha^2}{\delta^2 \varepsilon^2}$. Endlich sey $i q = x$, so wird $\frac{E^2}{\delta^2} = \frac{\varepsilon^2}{x^2}$, mithin auch $\frac{E^2}{\varepsilon^2} = \frac{\delta^2}{x^2}$, und man findet $n = \frac{\text{ſ} . \alpha^2}{x^2}$. Wird die Entfernung des leuchten-

den Objektes von der Linse unendlich groß, wie dieß der Fall bey dem Sonnenlichte ist, so wird $x = f$ oder gleich der Brennweite, demnach die Erleuchtung des Brennraumes
$= \frac{f \cdot \alpha^2}{f^2}$.

Wenn mit der Linse ein Collectivglas verbunden ist, so kann M die auf das vordere Glas fallende Lichtmenge, und ε^2 die Fläche des Bildes hinter dem Collektivglase bezeichnen, alsdann ist dieses Bildes Erleuchtung $= \frac{M}{\varepsilon^2}$, und $n = \frac{E^2 \cdot f \cdot \alpha^2}{\delta^2 \cdot \varepsilon^2}$. Ferner sey beyder Gläser Entfernung von einander $= \beta$, des vordern Glases Brennweite $= f$, und $\beta < f$. Für das Collektivglas sey die Brennweite $= \varphi$, und des Bildes Abstand vom Glase $= z$, so muß in der allgemeinen Formel $z = \frac{\delta \varphi}{\delta - \varphi}$ statt δ die Entfernung $-(f - \beta)$ angenommen werden, und man erhält $= \frac{(f - \beta)\varphi}{f - \beta + \varphi}$. Das Bild, welches das vordere Glas machen würde, ist für das Collektivglas als das leuchtende Objekt zu betrachten: wenn man also die Fläche jenes Bildes, welches das andere Glas machen würde, $= \lambda^2$ setzt, so hat man $\frac{E^2}{\delta^2} = \frac{\lambda^2}{f^2}$, also $\frac{E^2}{\lambda^2} = \frac{\delta^2}{f^2}$, und eben so $\frac{\lambda^2}{\varepsilon^2} = \frac{(f - \beta)^2}{z^2}$. Daher erhält man $\frac{E^2}{\varepsilon^2} = \frac{\delta^2 (f - \beta)^2}{f^2 \cdot z^2}$, und wenn man für z den gefundenen Werth setzet, $\frac{E^2}{\varepsilon^2} = \frac{\delta^2 (f - \beta + \varphi)^2}{\varphi^2 \cdot f^2}$, also ferner die Erleuchtung des Brennraums oder $n = \frac{f \cdot (f - \beta + \varphi)^2}{\varphi^2 \cdot f^2}$.

Betrachtet

Betrachtet man das Objekt k l durch das linsenförmige Glas a e, so erhellet ganz leicht aus dem bisher Angeführten, daß dieß eben so viel ist, als ob das Auge das Bild q t sähe. Denn gesetzt auch, das Bild wäre nicht da, oder es befände sich erst hinter dem Auge, so gehen doch die ins Auge kommenden Strahlen so, als ob sie vom Bilde herkämen, oder dasselbe hinter dem Auge noch entwerfen wollten.

Betrachtet man das Objekt durch eine Hohllinse (fig. 49.) a e, so bedeutet dieß eben so viel, als ob man das vor der Linse liegende Bild q t sähe, indem von selbigem die Lichtstrahlen ins Auge zu kommen scheinen. Weil hierbey vermöge der Gesetze der Brechung das Bild jederzeit der Linse näher ruckt als das Objekt selbst ist, so muß es auch kleiner als dieses seyn. Es sieht demnach das Auge das Objekt verkleinert, aufrecht und deutlich, wenn das Auge in der Entfernung o t ohne Glas eine Sache deutlich sehen kann.

Wenn hingegen das Objekt durch ein erhabenes Glas betrachtet wird, so kann man folgende Fälle unterscheiden.

1. Liegt der Gegenstand von der Linse weiter, als die Brennweite beträgt, so fällt hinter demselben das verkehrte Bild (fig. 48.) q t. Hierbey kann nun das Auge

   a. entweder zwischen der Linse und dem Bilde liegen, da es zwar den Gegenstand aufrecht und vergrößert aber undeutlich siehet, weil sich die convergirenden Strahlen noch nicht vereiniget haben, mithin das Bild des Gegenstandes nur unvollkommen auf die Netzhaut fallen kann;

   b. oder im Orte des Bildes selbst seine Stelle haben. Hier können sich nur von einem Punkte des Gegenstandes im Auge die Strahlen sammeln, mithin sieht es gar nichts, als die Farbe dieses Punktes, die sich über das ganze Glas als ein Schimmer verbreitet.

   c. oder endlich hinter dem Bilde sich befinden. In diesem Falle sieht das Auge den Gegenstand verkehrt und deutlich, wenn das Auge vom Bilde so weit entfernet

ist,

ist, als es zum deutlichen Sehen nöthig; und zwar groß, wenn es dem Auge nahe liegt, verkleinert aber, wenn es weiter davon entfernet ist.

2. Befindet sich der Gegenstand gerade im Brennpunkte. so ruckt das Bild in eine unendliche Entfernung. Von weitsichtigen Personen wird es alsdann aufrecht und deutlich gesehen.

3. Ist das leuchtende Objekt dem Glase noch näher, als die Brennweite beträgt, so erscheinet selbiges dem Auge aufrecht und deutlich, wenn es in der Entfernung des Bildes vom Auge für sich deutlich siehet. Auch ist das Bild in diesem Falle vergrößert.

Der erste, welcher die Lehre von den Vereinigungspunkten sphärischer Linsengläser vollständig abgehandelt hat, ist D. **Barrow** [α]). Es sind zwar schon längst die Linsengläser im Gebrauche gewesen, noch ehe die Theorie entwickelt war, man bestimmte aber ihre Wirkung in den meisten Fällen durch Erfahrung. Erst nach Erfindung der Fernröhre wurden einzelne theoretische Säße in Ansehung der Linsengläser durch **Kepler** und **Cavallerie** entdecket. **Carresius** machte das Gesetz der Strahlenbrechung zuerst bekannt, allein in Ansehung der Gesetze der Brechung des Lichtes in Linsengläsern hat er weiter nichts geleistet. Analytisch für Fälle, wo die Strahlen nahe an der Axe der Linsen einfallen, hat sie **Halley** [β]) zuerst untersuchet. Nachher sind die Lehren derselben ganz allgemein durch die Herrn **Kästner**, **Euler**, **Karsten**, **Klügel** u. a. vorgetragen worden.

Liquoren (liquores, liquida, liqueurs, liquides). Mit diesem Nahmen bezeichnet man überhaupt die tropfbaren Flüssigkeiten, als Wasser, Oel, Queckfilber u. dergl. Vorzüglich aber gebrauchet man doch diese Benennung nur bey solchen tropfbaren Flüssigkeiten, welche in einem hohen Grade flüssig sind, als z. B. Weingeist und überhaupt alle geistige

α) Lectiones opticae. Lond. 1674. 4.
β) Philosoph. transact. Nov. 1693.

geistige flüssige Produkte u. s. f. Bey mehr verdickten Flüssigkeiten, wie z. B. Syrupen, verdickten Oelen u. s. f. pflegt man nicht gern den Ausdruck Liquoren zu gebrauchen.

Locker s. **Dünn.**

Lothrecht, senkrecht, bleyrecht, perpendikulär, vertikal, normal (verticale, vertical, à plomb). In der Geometrie heißt eine Linie oder Ebene senkrecht auf einer andern Ebene, wenn alle gerade Linien in dieser Ebene, welche durch den Durchschnittspunkt der Linie mit derselben gehen, mit der geraden Linie rechte Winkel machen, oder der Neigungswinkel beyder Ebenen gegen einander ein rechter Winkel ist.

In der Naturlehre versteht man vorzüglich unter einer vertikalen Linie oder Ebene eine solche, welche mit der Horizontalfläche eines Ortes oder mit der Oberfläche des still stehenden Wassers rechte Winkel macht. Vermöge der Erfahrung ist eine solche Linie die Richtung der Schwere. Diese Linie aufwärts gehörig verlängert, trifft an der scheinbaren Himmelskugel den Scheitelpunkt, daher die Nahmen der **Vertikallinie** oder **Scheitellinie**, **Vertikalfläche** oder **Scheitelfläche** entstanden sind. Unterwärts verlängert hingegen würde sie bei Voraussetzung einer vollkommenen Erdenkugel durch den Mittelpunkt derselben gehen. Ob nun gleich in aller Strenge dieß nicht Statt hat, so läßt sich doch in den meisten Fällen die Kugelgestalt der Erde ohne merklichen Fehler annehmen. M. s. **Erdkugel.**

Eine solche Vertikallinie wird in der Ausübung durch das so genannte **Bleyloth** oder **Senkbley** bestimmt, worauf sich in der praktischen Geometrie und Astronomie sehr viele Instrumente gründen. Hierbey hat man jedoch noch besondere Rücksicht auf Lokalumstände zu nehmen, indem das Bleyloth in der Nähe beträchtlich großer Berge von der vertikalen Linie in etwas abgelenket wird.

Loupen s. **Mikroskop.**

Loxodromie, loxodromische Linie (loxodromia, linea loxodromica, loxodromie, ligne loxodromique) heißt

heißt in der Lehre der Schifffarth eine krumme Linie, welche alle Meridiane unserer Erde unter einerley Winkel schneidet. Der Schiffer segelt gewöhnlich von einem Ort zum andern, wofern es möglich ist, nach einerley Compaßstrich, und in einem solchen Falle wird nun der Weg, welchen das Schiff nimmt, eine loxodromische Linie beschreiben. Segelt z. B. ein Schiffer beständig nach Südwest, so durchschneidet der Weg des Schiffs alle Meridiane, durch welche es gehet, unter dem Winkel von 45°. Der Weg dieses Schiffs ist kein Kreis, außer in den wenigen Fällen, wo das Schiff entweder im Aequator oder unter einerley Parallelkreise fortsegelt, sondern vielmehr eine krumme Linie von eigener Beschaffenheit, welche die Meridiane unter einem schiefen Winkel schneidet, und dieserwegen **loxodromische Linie** (von λοξος, schief und δρομος, Lauf) genannt wird. Es ist diese Linie keine von denjenigen krummen Linien, welche den Alten bekannt gewesen sind. Die Mathematiker haben noch zu Anfange des 17ten Jahrhunderts viel Schwierigkeit gefunden, sie zu verzeichnen, und zum Gebrauche anzuwenden. **Jakob Bernoulli** [α]) hat durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen gezeiget, wie man sich bey der sphärischen Erde dieserwegen zu verhalten habe. Und die Beschaffenheit der Loxodromie auf den Sphäroid haben **Colin Maclaurin** [β]), **Walz** [γ]) und andere untersuchet. Es ist diese Curve eine logarithmische Spirallinie, welche sich in unzählbaren Windungen um den Pol schlingt, ohne ihn je zu erreichen. Je größer der Winkel ist, unter welchem der Weg des Schiffs die Meridiane schneidet, desto größer ist auch der Umfang dieser Linie, und desto langsamer die Annäherung an den Pol.

Nach der Regel ist der Weg, welchen der Seefahrer nimmt, loxodromisch. Um aber denselben nach einem bestimmten Orte nehmen zu können, hat der Schiffer Seekarten

ten

α) Opp. no. 42. no. 90. §. 50. no. 91.
β) Treat. of fluxions. §. 896.
γ) Acta erudit. Lips. Maj. 1741.

ten nöthig, welche ihm zeigen, wie er sich dabey mit Hülfe des Compasses zu verhalten habe. Auf diesen Seekarten sind die loxodromischen Linien gerade Linien, welche nach den gewöhnlichen Projektionsarten krumm ausfallen würden; dieserwegen werden auch die Parallelkreise und Mittagskreise auf selbigen durch gerade Linien vorgestellet, welche auf einander senkrecht sind. Eigentlich sollten nun die Grade der Parallelkreise gegen die Pole zu abnehmen, wenn die Grade der Meridiane gleich bleiben; allein man läßt bey den Seekarten die Grade der Parallelkreise durchaus von einerley Größe, und läßt die Grade der Meridiane in eben dem Verhältnisse wachsen, in welchem die Grade der Parallelkreise hätten abnehmen sollen. Daher verhält sich auf den Seekarten der Grad des Parallelkreises in der gegebenen Breite zum Grade des Meridians, wie der Cosinus der Breite zum Sinus totus, oder auch wie der Sinus totus zur Sekante der Breite. Diese Karten heißen daher Seekarten mit **wachsenden Graden** oder **wachsenden Breiten**, auch **reducirte**, **Mercators** oder **Wrights** Karten. **Gerhard Mercator** zu Löwen brachte sie im Jahre 1550 zuerst zur Ausführung, und der Engländer (**Eduard Wright** [α]) gab ihre Theorie genauer an. Einen kleinen Atlas von Seekarten hat **Brouckner** [β]) geliefert. Wie der Schiffer auf seiner Karte den Weg zur See zu finden habe, den er nehmen muß, um von einem Orte zum andern hin zu segeln, gibt unter andern Herr **Bode** [γ]) weitere Anleitung.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der mathematischen Geographie §. 70.

Luft (aer, air) ist im ganz eigentlichsten Verstande diejenige unsichtbare, durchsichtige, schwere und permanent elastische flüssige Materie, welche unsere Erde allenthalben umgibt. Man nennt sie auch **gemeine** oder **atmosphä**-rische

α) Certain errors in Navigation detected and corrected. 2d edit. Lond. 1657.

β) Nouvel Atlas de marine composé d'une carte générale et de 12 cartes particulières, approuvé par l'Acad. des scienc. à Berlin 1749.

γ) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 656 f.

rische **Luft**, und war sonst die einzige, die man aus der Erfahrung kannte. In den neuern Zeiten aber hat man mehrere Arten von solchen permanent elastischen Flüssigkeiten entdeckt, welche man überhaupt unter den Nahmen **Luft, Luftarten, Gas, Gasarten** begreift. Von den chemischen Eigenschaften aller der bekannten Gasarten ist bereits unter dem Artikel **Gas** u. s. hinlänglich geredet worden. Im gegenwärtigen Artikel sollen nun alle die physischen Eigenschaften derselben angegeben werden. Am besten lassen sich diese, welche allen expansiblen Flüssigkeiten zukommen, an der atmosphärischen Luft beobachten. Alles also, was sich von dieser sagen läßt, gilt von allen andern Luftarten, welche auch eben so durch ihre Gewicht und ihre Expansibilität wirken würden, wenn sie an der Stelle der gemeinen Luft die Atmosphäre um die Erde bildeten.

Wenn man eine flache Hand oder sonst eine Fläche schnell gegen das Gesicht bewegt, ohne es zu berühren, so fühlt man, daß etwas ans Gesicht stößt, welches wir **Wind** nennen. Ja die Erfahrung lehret, daß durch selbige oftmahls die stärksten befestigten Körper umgerissen werden. Daraus schließen wir das Daseyn der Luft. Stürzt man ferner die Oeffnung eines leeren Trinkglases auf die Oberfläche des in einem Gefäße befindlichen Wassers so, daß der ganze Umfang der Oeffnung des Glases zugleich die Oberfläche des Wassers berühret, so wird sich beym Niederdrucken desselben der innere Raum nicht in gleicher Höhe mit Wasser anfüllen, als es im Gefäße stehet, welches doch nach den Gesetzen der Hydrostatik erfolgen müßte, wenn der innere Raum des Glases ganz leer wäre. Es muß also etwas Materielles im Glase seyn, welches dem weitern Eindringen des Wassers Widerstand thut. Aehnliche Erfahrungen beweisen allgemein die Existenz einer unsichtbaren materiellen Substanz von der untersten Stelle der Erde an bis auf die höchsten Berge; woraus wir mit Gewißheit schließen können, daß unsere Erde überall eine durchsichtige Materie umgibt, welche wir **Luft** nennen.

Daß

Daß die Luft elastisch sey, läßt sich ebenfalls durch sehr leichte Erfahrungen darthun. So würde bey dem eben beschriebenen Verfahren mit dem Trinkglase kein Wasser in selbiges dringen können, wenn die Luft nicht elastisch und compressibel wäre. Je tiefer man das Glas unters Wasser bringt, desto mehr Gewalt muß man anwenden, um selbiges in der niedergedruckten Lage zu erhalten. Sobald aber das Glas nicht mehr gehalten wird, so wird es sich neigen und umfallen, zugleich fahren aber auch Luftblasen in die Höhe, welche auf der Oberfläche des Wassers zerplatzen. Es muß sich also die im Glase zusammengepreßte Luft wieder ausdehnen, wodurch diese Erscheinung zuwege gebracht wird. Wenn gleich anfänglich das Glas schief gegen die Oberfläche des Wassers gebracht wird, so daß die Luft ausweichen kann, so bleibt das Glas zuletzt im Wasser ruhig stehen, und steigt in selbigem so hoch, als es außerhalb desselben im Gefäße ist. Daraus erhellet also, daß die Luft elastisch sey. Nach der dynamischen Lehre kann es überhaupt auch keine Materie geben, welche nicht elastisch wäre. Die Elasticität der Luft läßt sich weder durch Kälte noch Druck, wie die Wasserdämpfe, aufheben, und ist daher permanent. Man setze ferner, es sey (fig. 50.) a b c d ein hohler messingener Cylinder, in welchem ein Stempel e g vermittelst der Zugstange g h hin und her beweget werden kann, jedoch so, daß zwischen dem Stempel und dem Cylinder keine Luft eindringen könne. Stößt man nun den Stempel von d gegen den Boden a b zu, so wird man einen Widerstand fühlen, welcher desto größer wird, je näher man mit dem Stempel gegen den Boden kömmt, und man wird nie im Stande seyn, den Stempel ganz auf den Boden zu bringen, vielmehr tritt er mit der Stange zurück, wenn diese nicht mehr gehalten wird. Diese Erscheinung ist ein Erfolg der expansiven Kraft der Luft. Im Boden des Cylinders sey eine kleine Röhre bey f damit verbunden, und mit dieser Röhre ein anderes hohles Gefäß A. In diesem Gefäße befindet sich vermöge der Erfahrung Luft. Sobald

nun der Stempel in dem Cylinder ausgezogen wird, so wird dieser luftleer, und die Luft in dem Gefäße wird sich vermöge der Elasticität ausbreiten, und ein Theil davon in den luftleeren Raum des Cylinders treten. Würde man nun den Stempel dergestalt wieder zurückstoßen können, daß der in den Cylinder getretene Theil der Luft nicht wieder in das Gefäß A gelangen könnte, so würde man durch einen öfters wiederhohlten Aus- und Rückzug des Stempels das Gefäß A von der Luft zu befreyen desto mehr im Stande seyn. Um dieses nun zu erhalten, sey die kleine Röhre im Boden des Cylinders mit einem Hahne versehen, welcher doppelt durchbort ist, theils damit ein Weg aus dem Gefäße durch den Hahn in den Cylinder, theils damit bey jedem Zurückzuge ein Weg aus dem Cylinder durch den Hahn in die äußere freye Luft offen ist. Wenn alsdann der Weg aus dem Gefäße in den Cylinder verschlossen ist, so wird man beym Zurückzuge des Stempels ein Zischen bemerken, welches die im Cylinder befindliche Luft, indem sie in die äußere freye Luft getrieben wird, verursachen muß. Hieraus folgt unläugbar, daß auch solche Luft, deren Dichtigkeit um ein beträchtliches geringer als die Dichtigkeit der uns umgebenden Luft im natürlichen Zustande ist, noch immer ein Bestreben behalte, sich nach allen Seiten auszubreiten. Bey jedem Stempelzuge wird die im Gefäße befindliche Luft im ganzen innern Raume des Gefäßes und des Cylinders ausgebreitet; es bleibt aber immer noch Luft im Gefäße zurück, deren Dichtigkeit jedoch geringer ist, als die Dichtigkeit derjenigen Luft, welche vor dem Stempelzuge in eben dem Gefäße enthalten war. Bey jedem Stempelzuge wird nämlich die im Gefäße A zurückgebliebene Luft in einen Raum ausgedehnet, welcher sich zum Raume des Gefäßes A verhält, wie die Dichtigkeit der vor dem Auszuge des Stempels in A befindlichen Luft zu der Dichtigkeit der ausgedehnten Luft. Ueberhaupt nimmt die Dichtigkeit einer Masse Luft bey der Ausdehnung im Verhältnisse der Räume, in welchen sie sich ausbreitet, ab.

Auch

Auch ist die Luft eine schwere expansible Flüssigkeit, weil sie sonst wegen ihrer Expansibilität von unserer Erde entfliehen würde. Sie muß also auch durch ihr Gewicht Druck ausüben. Höher liegende Luftschichten müssen demnach die darunter liegenden durch ihr Gewicht pressen. Wenn also die ganze Masse Luft sich selbst überlassen im Gleichwichte ist, so kann ihre Dichtigkeit nicht durchaus gleichförmig seyn; die untern Schichten müssen wegen der Compressibilität der Luft und des Gewichtes der darüber liegenden Schichten in einen engeren Raum gepreßt, folglich dichter seyn; die Dichtigkeiten der Schichten müssen also von oben herab immer größer werden. Mit der Zunahme der Dichtigkeit der tiefer liegenden Luftschichten muß auch die ausdehnende Kraft derselben zunehmen, und die absolute Elasticität jedes Theiles derselben muß dem Gewichte der ganzen darüber stehenden Luftsäule proportional seyn. An der atmosphärischen Luft wird dieses durch Erfahrung bestätiget. Wenn man eine nicht allzuweite gläserne Röhre (fig. 51.) ab mit Wasser füllt, und die obere Oeffnung a mit einem Finger verschließt, so läuft aus der andern Oeffnung b kein Wasser heraus. Sobald aber a geöffnet wird, so sinkt auch den Augenblick das Wasser durch die Oeffnung b vermöge der Schwere gegen den Boden. Die Ursache nun, warum bey der verschlossenen Oeffnung a das Wasser durch b nicht abfließet, kann weder im Finger noch im Anhängen des Wassers am Glase liegen, weil auch beym offenen Ende a das Anhängen des Wassers Statt findet. Die Scholastiker suchten den Grund dieser Erscheinung in dem Abscheu vor dem leeren Raume; es ziehe sich nämlich das Wasser in der Röhre zusammen, um den leeren Raum zu vermeiden, welcher bey a entstehen würde, wenn bey verschlossener Oeffnung das Wasser abflöße. Allein mehrere Erfahrungen haben bewiesen, daß die Ursache, warum das Wasser so lange in der Röhre bleibt, und alsdann erst abfließt, wenn der Finger weggenommen wird, in dem Drucke der äußern Luft gegen die Wasserfläche b liege. Stellt man sich nämlich

lich die Röhre so vor, als ob unten bey b ein Boden sich befände, so würde selbiger einen Druck leiden, welcher vom Gewichte einer Wassersäule herrühret, deren Grundfläche dem Boden, und deren Höhe der Wasserhöhe gleich ist; dagegen leidet auch dieser Boden einen Gegendruck von der Luft, welcher so groß ist, als der Druck einer Luftsäule, welche eben den Boden zur Grundfläche hat, und deren Höhe sich bis an die äußerste Grenze der Atmosphäre erstrecket. Die Röhre wird in a von dem Finger nur verschlossen, um den Druck der Luft von dieser Seite abzuhalten. Bey geringem Nachdenken ließ sich vermuthen, daß der Druck einer so hohen Luftsäule gemeiniglich noch größer sey, als das Gewicht einer so kurzen Wassersäule, die in der Glasröhre zu gedenken ist. Diese Vermuthung erhält völlige Gewißheit, wenn man Statt des Wassers Quecksilber nimmt. Ist alsdann die gläserne Röhre über 28 Zoll lang, und an dem einen Ende verschlossen, hiernächst mit Quecksilber gefüllt, und das offene Ende der Röhre in ein Gefäß mit Quecksilber gestellt, so wird man finden, daß das Quecksilber in der Röhre über der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäße in der Höhe von etwa 28 Zoll stehen bleibt. Sobald hingegen bey a ebenfalls geöffnet wird, so läuft auch das Quecksilber aus der Röhre. Hieraus erhellet deutlich, daß die Ursache dieses Phänomens in dem Drucke der Luft zu suchen sey, welcher nämlich im Stande ist, einer Quecksilbersäule von 28 Zoll Höhe das Gleichgewicht zu halten. Die völlig überzeugende Gewißheit von der Ursache dieser Erscheinung gewähret die Luftpumpe; denn durch Wegnahme der Luft über der Fläche des Quecksilbers im Gefäße sinkt das Quecksilber in der Röhre herab, und steigt nach Zulassung derselben wieder zur vorigen Höhe.

Wenn die untere Oeffnung, wie (fig. 52.) b c weit ist, so steht nun die Wasserfläche b c nicht stille, die Luft kann daher in die höher liegenden Stellen eindringen, stört also das Gleichgewicht des Wassers selbst, dessen Theile wegen der Verschiebbarkeit ausweichen, und die Luft nach a aufsteigen

steigen lassen, welches nun eben so viel ist, als ob a offen wäre, und so fließt das Wasser sehr bald aus dem Gefäße ab. Ist hingegen das Gefäß a b c mit einem Boden b c versehen, welcher mit lauter kleinen Löchern durchstoßen ist, in welchen Luft und Wasser sich nicht ausweichen können, so wird bey der verschlossenen Oeffnung a aus dem durchlöcherten Boden kein Wasser abfließen können, aber sogleich sich ergießen, wenn a geöffnet wird. Weil also die Luft als eine elastische flüssige Materie nach allen nur möglichen Richtungen, nach welchen sie gedruckt wird, widerstehet, und einen Körper unter den erwähnten Umständen im Gleichgewichte erhalten kann, so sieht man leicht, daß folgende im gemeinen Leben vorkommende Phänomene sich hierauf gründen; es ist nämlich daraus erklärbar; warum aus dem Hahne an einem Fasse, dessen Spundloch fest zu geschlagen ist, nichts herauslaufen kann; warum aus einem Gefäße mit sehr enger Oeffnung beym Umkehren nichts Flüssiges abfließen könne; warum aus einem Glase bey umgekehrter Oeffnung, wenn ein Papier davor geleget wird, kein Wasser ausläuft. Auch s. m. noch die Artikel: **Stechheber, Zauberbrunnen, Zaubertrichter.**

Alle diese Eigenschaften der Luft sind erst um die Mitte des 17ten Jahrhunderts recht bekannt geworden. Die erste Gelegenheit hierzu gaben **Galilei** und **Evangelista Toricelli**. M. s. **Barometer. Pascal** und **Cartesius** zeigten hiervon die wichtigsten Erklärungen, und stürzten dadurch das aristotelische System. Noch mehr Bestätigung erhielten diese Lehren durch die Erfindung der Luftpumpe, und wurden von **Boyle** und **Mariotte** erweitert, bis ihnen der Freyherr **von Wolf** die Gestalt einer eigenen Wissenschaft gab, welche seitdem einen ansehnlichen Theil der angewandten Mathematik ausmacht. M. s. **Aerometrie.**

Wenn der Druck der Luft von allen Seiten her gleich bleibet, so muß auch alles im Gleichgewichte bleiben, und es kann daher keine Bewegung erfolgen: sobald aber nur auf der einen Seite der Druck größer oder kleiner wird, als

auf der andern, so kann auch der Ueberschuß der beyden Drücke auf der einen Seite eine Bewegung hervorbringen. Auf diesen Gründen beruhet die Einrichtung der verschiedenen Heber und verschiedener natürlicher und künstlicher Brunnen. M. s. Heber.

Wenn Luft in einem Gefäße so eingeschlossen ist, daß sie auf keiner Seite ausweichen kann, und eine äußere Kraft wirkt auf selbige, um sie in einen engern Raum zusammen zu pressen, so widerstehet die Luft vermöge ihrer ausdehnenden Kraft gerade so viel, nicht mehr, als die äußere Kraft sie zusammenpressen will, und zwar muß der Gegendruck der Luft nach allen Seiten hin sich äußern, weil sie eine flüssige Materie ist. Befände sich also die Luft in einem eingeschlossenen Gefäße schon im zusammengepreßten Zustande, so wird sie auch mit eben der Kraft gegen die Wände dieses Gefäßes drücken, mit welcher sie in selbiges zusammengepreßt wurde. Folglich ist allemahl die absolute Elasticität der Luft der drückenden Kraft proportional. Weil nun die untere Schicht auf der Erdfläche der Atmosphäre von den bis zur äußersten Grenze über ihr liegenden Schichten gedrückt wird, mithin die Elasticität und Dichtigkeit derselben am größten ist, so folget auch, daß die Elasticität der untersten Luftschichte eben diese Wirkung hervorbringt als der gesammte Druck der über ihr befindlichen Luftsäule bis zur Grenze der Atmosphäre. Je höher man in die Atmosphäre hinauf kömmt, desto geringer wird die Elasticität und Dichtigkeit der Luft. Bey kleinen Luftsäulen z. B. in Zimmern, Gefäßen u. dergl. kann der Unterschied der Elasticität und Dichtigkeit von den über einander liegenden Luftschichten als unbeträchtlich angesehen werden. Uebrigens sind unsere Wohnungen durch verschiedene Oeffnungen mit der freyen Luft unter dem Himmel in einer beständigen Verbindung, so daß folglich die Luft im Zimmer eben so elastisch und dicht bleibt, als die äußere. Die Luftsäule in einem Zimmer vom Boden bis zur Decke bewirket eben das, als ob der Boden unterm freyen Himmel wäre, und auf selbige

gen eine Luftsäule so hoch als die Atmosphäre druckte. Es wird demnach der Erfolg, welcher vom Drucke der Luft abhängt, in einem Zimmer der nämliche seyn, als wie im Freyen. Würde demnach auch ein Theil der Luft von der untern Luftschichte in einem Gefäße eingeschlossen, so muß auch dieser vermöge der Elasticität noch eben die Wirkung hervorbringen, als der Druck der über diesem Theile liegenden Luft bis zur äußersten Grenze der Atmosphäre. Hieraus folgt also unläugbar, daß die Wirkung, welche ein auch noch so kleiner Theil der eingeschlossenen Luft vermöge ihrer Elasticität verursachet, eben so groß ist, als der Druck einer Luftsäule, welche jener eingeschlossene Theil tragen müßte.

Wenn daher in einem Gefäße Luft eingeschlossen ist, und es wird die äußere auf sie wirkende Luft verdünnt oder ganz weggenommen, so muß nun die im Gefäße eingeschlossene Luft vermöge ihrer Elasticität sich wirksam erweisen, indem sie sich nach allen Seiten hin ausbreitet. Dadurch ist man vermögend, Bewegungen hervorzubringen. Auch alsdann erfolgen Bewegungen, wenn die Luft auf eine Masse auf doppelte Art wirkt, einmahl durch ihr Gewicht, und dann durch ihre Elasticität als eingeschlossene Luft, diese eingeschlossene Luft aber verdünnt wird; denn eben hierdurch fällt nun das Gleichgewicht weg, und die äußere Luft erhält einen größern Druck, als die Elasticität der eingeschlossenen. Darauf gründen sich in der Natur sehr viele Erscheinungen: 1) das Tabackrauchen, 2) das Saugen der Kinder, 3) das Trinken, 4) das Athmen, 5) die Anfüllung eines Blasebalges mit Luft, 6) die Einrichtung der Ventilatoren u. dergl.

Auch ist hieraus begreiflich, daß, wenn zwey Räume, wovon der eine mehr elastische, der andere aber weniger elastische Luft enthält, zusammen in Verbindung kommen, aus dem einen in den andern so viel Luft überströmen muß, bis beyde Räume Luft enthalten, welche eine gleiche Elasticität besitzet. Denn im Gegentheil würde kein Gleichgewicht Statt finden können. **Otto von Guerike** *) nahm ein Gefäß mit

*) Exp. de spatio vacuo. cap. 30. f. 113.

mit einem Hahne, und verschloß darin Luft an der Erdfläche, brachte hierauf selbiges auf eine Höhe, und öffnete daselbst den Hahn. Der Erfolg war, daß Luft mit einem Gezisch aus dem Gefäße gieng. Es war demnach die Luft an der Erdfläche dichter und elastischer, als die in der Höhe.

Wenn der Raum, in welchem Luft eingeschlossen ist, vergrößert wird, so breitet sich die Luft vermöge ihrer Elasticität in selbigem aus, mithin wird dadurch ihre Dichtigkeit geringer. Würde nämlich der vorige Raum noch einmahl so groß, so würde die Dichtigkeit noch einmahl so geringe, als sie im ersten Raume war. **Es verhalten sich demnach die Dichtigkeiten von einerley Menge Luft bey einerley Wärmegrade umgekehrt wie die Räume, in welchen sie eingeschlossen ist.** Würde im Gegentheil der Raum, welche eine Menge von Luft einschließt, verkleinert, so muß auch die Elasticität, folglich die Dichtigkeit der Luft größer werden. Schließt nämlich ein noch einmahl so kleiner Raum eine gleiche Menge Luft ein, so muß die Elasticität, mithin auch die Dichtigkeit derselben noch einmahl so groß seyn. Nun verhalten sich die Dichtigkeiten, wie die Elasticitäten, und diese wie die zusammendrückenden Kräfte, folglich **verhalten sich auch die Dichtigkeiten von einerley Luftmasse**, in verschiedenen ungleich großen Räumen eingeschlossen, **wie die drückenden Kräfte.** Dieses Gesetz haben wir den Versuchen des **Boyle** und **Mariotte** zu verdanken, daher es auch gewöhnlich das **mariottische** genannt wird.

Boyle *) behauptete gegen **Franz Linus**, Professor zu Lüttich, daß die Luft elastisch sey; dagegen **Linus** es für unmöglich hielt, daß die Elasticität der Luft jemahls dem Drucke einer Quecksilbersäule von 28 Zollen Höhe das Gleichgewicht halten könne. Um nun diesen in seinem Irrthume zu überführen, nahm **Boyle** eine gekrümmte gläserne Röhre (fig. 53.) a b c d, deren beyde Schenkel a b und c d parallel, der

*) Defensio doctrinae de elatere et grauitate aëris contra Linum. Pars III. cap. 5.

der eine c d von 12 Zoll Höhe, und der andere a b von einigen Fußen Höhe waren. Der kurze Schenkel war bey d zugeschmolzen, der längere hingegen bey a offen. Nachdem er nun in diese Röhre durch a so viel Quecksilber gegossen hatte, daß die Krümmung b c ausgefüllet war, so schüttelte er alsdann in den Schenkel a b noch mehr Quecksilber hinzu, bis die Luft in dem Schenkel c d nur noch 6 Zoll unter den Raum e d einnahm; hier fand er, daß das Quecksilber im längern Schenkel um 29 Zoll höher war, als im kürzern bey c. Dieser Versuch sollte seiner Absicht nach bloß erweisen, daß die im Raume e d zusammengepreßte Luft vermöge ihrer Elasticität im Stande sey, dem Drucke der 29 Zoll hohen Quecksilbersäule f g das Gleichgewicht zu halten. Einer seiner Schüler, **Richard Townley**, bemerkte aber, daß sich hierbey die Elasticität umgekehrt wie der Raum der Luft verhalte. Denn weil die Elasticität der anfänglich eingeschlossenen Luft c d von 12 Zollen eine gleiche Elasticität mit der äußern Luft gehabt hatte, oder einer Quecksilbersäule von 29 Zoll das Gleichgewicht hätte halten können, so war nun der Raum, den die eingeschlossene Luft einnahm, nur halb so groß oder 6 Zoll; allein ihre Elasticität war nicht allein vermögend, dem Drucke der äußern Luft bey e, sondern auch noch überdem dem Drucke der 29 Zoll hohen Quecksilbersäule f g das Gleichgewicht zu halten, und war also doppelt so groß, als vorher.

Boyle vermehrte die Menge des Quecksilbers, fand aber jederzeit, daß sich die Höhe f g der Quecksilbersäule + der Quecksilbersäule des Barometers (29 Zoll) zu der Barometerhöhe (29 Zoll) allein, wie c d zu e d verhielt. Daraus schloß er, **daß die Zunahme der Dichtigkeit der Luft sich nach dem Verhältnisse der drückenden Kräfte richte**, und vermuthete daher auch, daß sie sich im umgekehrten Verhältnisse ausbreiten werde, wenn die drückende Kraft abnehme. Diese Vermuthung prüfte er auf folgende Art: er füllte ein 6 Fuß tiefes cylindrisches Gefäß (fig. 54.) a b c d mit Quecksilber an, und tauchte in selbiges eine an bey-

den Enden offene Glasröhre e g so weit ein, daß der herausgehende Theil f e nur 1 Zoll betrug; diese Röhre füllte sich bis f mit Quecksilber an, und in e f war äußere atmosphärische Luft, welche zu dieser Zeit nach Anzeige des Barometers mit einer Quecksilbersäule von $29\frac{3}{4}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht hielt. Nun verschloß er die Oeffnung e genau mit Siegellack, und zog die Röhre senkrecht herauf in die Stellung k h; hier dehnte sich die Luft im obern Theile durch l h aus; zugleich aber erhob sich unter selbiger die Quecksilbersäule i l. Daraus war klar, daß die Elasticität der Luft in h l durch ihre Ausbreitung schwächer geworden sey, und auf l weniger drücke, als die äußere freye Luft auf a d, so daß, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, noch der Druck der Quecksilbersäule i l erforderlich war. Da der Raum l h = 2 Zoll war, so fand sich i l = $15\frac{3}{8}$ Zoll, woraus erhellte, daß die Luft in i l, welche sich jetzt in einem doppelten Raum ausgebreitet hatte, einen so großen Verlust von der vorigen Elasticität ($29\frac{3}{4}$ Zoll) erlitten, und folglich nur noch $29\frac{3}{4} - 15\frac{3}{8} = 14\frac{3}{8}$ übrig war, welches nahe an die Hälfte des vorigen kömmt. Als h l = 10 Zoll war, fand er i l = $26\frac{3}{4}$ so daß also die 10fach verdünnte Luft von $29\frac{3}{4}$ Elasticität sehr nahe den 10ten Theil gab oder 3 übrig hatte; eben so verhielt es sich ziemlich genau bis zu einer 32fachen Verdünnung der Luft.

Auch **Mariotte** *) führet dergleichen Versuche an, ohne der des **Boyle** zu gedenken, daher es wahrscheinlich ist, daß er selbige nicht gekannt habe. War der Barometerstand 28 Zoll, so fand er in der Röhre (fig. 53.) a b c d, deren kurzer Schenkel c d = 12 Zoll war,

b g = 18; 34; 93 Zoll
für c e = 4; 6; 9 Zoll.

Hieraus ergeben sich die Höhen der Säule f g = b g — c e = 14; 28; 84 Zoll, und folglich die Größen der Elasticität der

*) Essai sur la nature de l'air. Paris 1676. 8. ingl. du mouvement des eaux. Part. II. disc. 2.

der Luft in de, welche außer der Quecksilbersäule noch den Druck der Atmosphäre auf f oder 28 Zoll Quecksilber trägt

14 + 28; 28 + 28; 84 + 28
oder 42; 56; 112 Zoll.

Die Räume hingegen, welche die Luft einnimmt, oder ed — ce, sind

12 — 4; 12 — 6; 12 — 9
oder 8; 6; 3 Zoll.

folglich wird die Elasticität der Luft $1\frac{1}{2}$, 2, 4 Mahl größer, wenn dieselbe in einen $1\frac{1}{2}$, 2, 4 Mahl größern Raum zusammengebracht wird, als sie in der Atmosphäre ausfüllt.

Zur Prüfung der Elasticität einer im größern Raume ausgedehnten Luftmasse bediente er sich einer 40 Zoll langen gläsernen Röhre, welche an dem einen Ende verschlossen war. Dieselbe füllte er mit Quecksilber bis auf $27\frac{1}{2}$ Zoll Höhe an, daß folglich $12\frac{1}{2}$ Zoll hoch Luft von gleicher Dichtigkeit mit der äußern übrig blieb. Hierauf kehrte er die Röhre, nachdem er die Oeffnung mit dem Finger verschlossen hatte, um, brachte sie so 1 Zoll tief unter Quecksilber in einem Gefäße, so daß die Röhre von der Fläche des Quecksilbers an noch 39 Zoll lang war; nahm er nun den Finger an der Oeffnung weg, so sank das Quecksilber in der Röhre tiefer herab, und die über demselben aufgestiegene Luft breitete sich in einen größern Raum aus. Als alles ruhig war, füllte das Quecksilber in der Röhre den Raum von 14 Zoll, und die Luft den von 25 Zoll Höhe aus. Die erstere Höhe ist die Hälfte von der Barometerhöhe (28 Zoll), die andere aber ist doppelt so groß als $12\frac{1}{2}$ Zoll oder als die Höhe desjenigen Raumes, welchen die Luft bey gleicher Dichtigkeit mit der äußeren in der Röhre eingenommen hatte. Hieraus folgt also, daß die Elasticität einer Luftmasse zur Hälfte vermindert wird, wenn diese sich in einen doppelten Raum ausbreitet. Diese Versuche hat auch **Amontons** in Frankreich *) wiederhohlet, und eben diese Resultate erhalten.

*) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1705.

Maraldi [α]) führet zwar einige Beobachtungen des P. Beze zu Malacca an, woraus zu folgen scheinet, daß sich die Luft um den Aequator in einem geringern Verhältnisse, als nach dem verkehrten der drückenden Kraft ausdehne. Allein **Bouguer** [β]) hat in Amerika durch viele wiederhohlte Versuche bey sehr starken Verdünnungen, und selbst auf den höchsten Bergen das mariottische Gesetz richtig befunden.

Wie weit aber dieses Gesetz überhaupt bey den möglichsten Graden der Verdichtung oder Verdünnung der Luft noch zutreffe, das ist noch unbekannt. Die Verdichtung der Luft läßt sich gewöhnlich vermittelst der Compressionsmaschine nicht sehr weit treiben, weil die Gefäße durch die daher ungemein verstärkte Elasticität sehr leicht zersprenget werden. So berechnet Herr **Karsten** [γ]), daß eine Glocke von 7 Zoll im Durchmesser von einer fünf Mahl dichtern Luft, als die der Atmosphäre, mit einer Gewalt von 2352 Pfund, von der drey Mahl dichtern Luft aber mit einer Gewalt von 1176 Pfund aufwärts getrieben werde. Er räth daher an, es nicht zu wagen, die Verdichtung der Luft in gläsernen Gefäßen drey bis vier Mahl größer zu machen, als die der atmosphärischen Luft. In starken metallenen Gefäßen läßt sich aber die Zusammendruckung der Luft weit höher treiben. **Boyle** hat 13 Mahl dichtere Luft und **Hales** [δ]) durch Einpressung eines Zapfens in einer Bombe 38 Mahl dichtere Luft, als die atmosphärische ist, zuwege gebracht. **Hales** führt noch einen andern Versuch an, nach welchem er die Luft 1838 Mahl verdichtet habe. Da aber dieser Versuch sehr vielen Zweifeln unterworfen ist, so kann man sich auf selbigen gar nicht berufen. Auch soll man nach **Halley's** Berichte aus Erfahrungen, die in England und von der Academie del Cimento sind angestellet worden, geschlos-

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1709.
β) Sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère; in den mém. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1753.
γ) Lehrbegriff der gesammten Mathem. Th. VI. Pneumat. Abschn. VII.
δ) La statique de végétaux et l'analyse de l'air. trad. de l'angl. p. M. de Buffon. Paris 1735. 8. p. 389.

geschlossen haben, daß keine Kraft vermögend sey, die Luft 800 Mahl dichter zu machen, als die atmosphärische ist. Halley hat aber diese Erfahrungen und Versuche selbst nicht erzählet, daher auch **Amontons** α) zweifelt, ob man eine solche Grenze der Verdichtung anzunehmen berechtiget sey.

Muſſchenbroek β) fand das mariottische Gesetz bey einer vierfachen, und **Winkler** γ) bey einer achtfachen Verdichtung der atmosphärischen Luft zutreffend. Ob es nun gleich noch unbekannt ist, wie weit dieß Gesetz bey den möglichen Graden der Verdichtung oder Verdünnung der Luft Statt findet, so kann man doch annehmen, daß es so weit zutreffe, als unsere Versuche und Beobachtungen reichen.

Die Elasticität der Luft wird durch anhaltendes Zusammendrucken in nichts geschwächt. So fand **Roberval**, daß eine Windbüchse, welche vor 16 Jahren geladen war, noch eben die Gewalt als vorher hatte. Und **Muſſchenbroek** preßte Luft durch Quecksilber in eine Glasröhre mit zwey Schenkeln, schmelz hierauf das Ende zu, und fand nach 5 Jahren den Raum, welchen die zusammengepreßte Luft einnahm, bey gleicher Wärme gleich groß.

Wenn das mariottische Gesetz Statt finden soll, so muß allemahl vorausgesetzet werden, daß die Luft gleiche Wärme und gleiche Feuchtigkeit besitze. Denn Wärme und Feuchtigkeit können bey gleichem Drucke eine Veränderung in der Dichtigkeit, oder bey gleicher Dichtigkeit eine Veränderung in dem Drucke der Luft bewirken. Die Wärme dehnt eine Luftmasse bey gleichem Drucke aus, und vermindert daher ihre Dichtigkeit; Feuchtigkeit hingegen vermehret bey gleichem Drucke die Luftmasse, mithin auch ihre Dichtigkeit. Man unterscheidet daher **absolute Elasticität** von der **specifischen Elasticität** der Luft. Unter jener versteht man nämlich die Stärke, womit sie der zusammendrücken-den

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1703. p. 102.
β) Introd. ad philosoph. natural. §. 2107.
γ) Untersuchungen der Natur und Kunst. Leipz. 1765. 8. Abh. II. S. 98.

den Kraft widerstehet, und der sie das Gleichgewicht halten muß, ohne auf ihre Wärme, Dichtigkeit, Feuchtigkeit u. dergl. zu sehen. Da aber die Luft bey verschiedenen Wärmegraden oder verschiedenen Graden der Feuchtigkeit mithin auch bey ungleicher Dichte eine gleiche absolute Elasticität haben kann, so leitet dieß auf den Begriff der specifischen Elasticität der Luft. Es heißt daher eine Luftmasse specifisch elastischer als eine andere, wenn sie bey geringerer Dichtigkeit gleich stark drückt. Die absolute Elasticität der Luft verhält sich allemahl wie das Produckt der specifischen Elasticität in die Dichtigkeit derselben, und die specifische wie der Quotiente der absoluten Elasticität durch die Dichtigkeit dividiret. M. s. **Elasticität specifische.**

Eine Luftmasse also, welche eine größere specifische Elasticität besitzet, als eine andere, muß nun auch specifisch leichter, als die andere seyn, weil bey minderer Dichtigkeit erstere eine gleiche absolute Elasticität mit dieser hat, folglich muß sie in dieser in die Höhe steigen. So wird eine wärmere Luft durch die kältere dringen, und immer mehr und mehr sich in die Höhe begeben. Daraus erkläret sich, warum in einem geheitzten Zimmer die wärmere Luft beständig an der Decke sich befinde; warum bey einer geöffneten Thür eines geheizten und kalten Zimmers die wärmere Luft über der kältern wegstreicht, und überhaupt beide Ströme einander entgegengesetzet sind; warum inflammable Luft in der gemeinen in die Höhe steigt u. s. f.

In solchen Räumen, welche mit der atmosphärischen Luft in einer beständigen Verbindung sind, wie z. B. in Zimmern, ist die absolute Elasticität dem Drucke der Atmosphäre gleich, welchen der Stand des Barometers anzeigt. So lange sich also dieser Stand nicht ändert, so bleibt auch das Produkt der specifischen Elasticität in die Dichtigkeit der Luft ungeändert, und es vermindert sich die Dichtigkeit derselben in eben dem Verhältnisse, in welchem die specifische Elasticität größer wird. In verschlossenen Gefäßen hingegen, worin sich die Dichtigkeit nicht verändern kann, verhält sich die ab-

solute

solute Elasticität, wie die specifische. Es kann daher die absolute Elasticität der eingeschlossenen Luft durch die Wärme so sehr verstärket werden, daß selbst die Gefäße zerspringen können.

Durch das Barometer wird der Druck oder die absolute Elasticität der Luft angezeigt. Die Dichtigkeit hingegen wird durch andere Werkzeuge beobachtet (m. s. **Manometer**), durch deren Vergleichung mit dem Barometer die jedesmahlige specifische Elasticität der Luft gefunden werden kann.

Man hat verschiedene Versuche angestellet, um das Gesetz aufzufinden, nach welchem sich die Ausdehnung der Luft durch die Einwirkung der Wärme richte. Aus den Versuchen des **Amontons** *) läßt sich schließen, daß die Elasticität ein und der nämlichen Luftmasse, wenn die Dichtigkeit gleich bleibet, durch die Wärme in eben dem Verhältnisse wächst, als die Luft durch Wärme in einen größern Raum sich ausdehnet. Aus diesem Satze, mit dem mariottischen Gesetze verbunden, folgt; daß die Elasticität von einerley Menge Luft sich wie das Produkt der Wärme in die Dichtigkeit, oder welches eben so viel ist, daß sich die specifische Elasticität, wie die Wärme verhalte. Herr **Lempe** ß) hat gezeiget, wie man diesen Satz durch die Elementarmathematik herleiten könne. Mit den Erfahrungen Amontons kommen die Versuche anderer Naturforscher nicht überein; diese scheinen vielmehr zu beweisen, daß die specifische Elasticität bey andern Dichtigkeiten und Wärmegraden auch in andern Verhältnissen verändert werden. **Amontons** fand durch sein Luftthermometer, daß sich das Luftvolumen vom Eispunkte an bis zum Siedpunkte um 400 Tausendtheile ausdehne. Setzt man nun voraus, daß bey jedem Grad Wärme die Ausdehnung der Luft gleichförmig erfolge, so würde bey jedem Grad der Fahrenh. Skale die Luft um 2, 22 Tausendtheilchen ausgedehnet werden.

Lam-

*) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1702. p. 216. 241-243.
ß) Beytrag zur Aerometrie; in Grens Journal der Physik. B. VII, S. 163.

Lambert [α]) fand die Ausdehnung des Luftvolumens vom Eispunkte bis zum Siedpunkte 375 Tausendtheile, wofür er aber in der Anwendung 370 nimmt, so daß also bey der Voraussetzung der gleichförmigen Ausdehnung der Luft auf jeden fahrenh. Grad 2,05 Tausendtheile gerechnet werden kann.

Herr de **Lüc** [β]) hat aus seinen vielfältigen Beobachtungen gefunden, daß sich die Höhe einer Luftsäule, wenn die Wärme nach der reaumürischen Skale $16\frac{3}{4}$ Grad ist, für jeden Grad Aenderung der Wärme um $\frac{1}{215}$ ändere. M. s. **Höhenmessung, barometrische.** Wenn also die Luftsäule bey $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. = 215 wäre, so wird sie beym Eispunkte $198\frac{1}{4}$, beym Siedpunkte $278\frac{1}{4}$ seyn, und sich von jenem bis zu diesem um $\frac{80}{198\frac{1}{4}}$, d. i. um 403 Tausendtheile ausdehnen. Es kämen daher auf diese Art für jeden Grad nach Fahrenh. 2,23 Tausendtheile.

Der Ritter **Shukburgh** [γ]) bestimmt die Ausdehnung des Luftvolumens durch die Wärme für jeden fahrenheitschen Grad aus seinen Versuchen auf 2,43 Tausendtheile.

William Roy [δ]) fand aus seinen vermittelst des amontonschen Luftthermometers sehr sorgfältig angestellten Versuchen, daß sich die Luft bey den gewöhnlichen Temperaturen (60 bis 70 Grad nach Fahrenh.) für jeden veränderten Grad Wärme um 2,45 Tausendtheile des ganzen Volumens ausdehne. Dieß beträgt 2,69 Tausendtheile desjenigen Volumens, welches die Luft bey der Temperatur des Eispunktes hat.

Kramp [ε]) nimmt nach Mayers Bestimmungen der astronomischen Strahlenbrechung an, daß sich die Luft, wenn das raumürische Thermometer auf 10 Grad steht, für jeden durch die Wärme veränderten Grad um $\frac{1}{220}$ des Luftvolumens

α) Pyrometrie. Berlin 1779. 4.
β) Ueber die Atmosphäre. §. 607.
γ) Philosoph. transact. 1777. P. I. n. 29.
δ) Philosoph. transact. 1777. n. 34.
ε) Geschichte der Aerostatik. Th. I. S. 112.

mens ausdehne. Nimmt man also bey 10 Grad nach Reaumür die specifische Elasticität der Luft = 220 an, so wird sie beym Eispunkte = 210, beym Siedpunkte = 290 seyn, und sich vom Eispunkte bis zum Siedpunkte um $\frac{80}{210}$ oder um 381 Tausendtheile ausdehnen, welches für jeden fahrenh. Grad 2,117 gibt.

Des Herrn de Saussüre [α]) Versuche berechtigen ihn anzunehmen, daß zwischen dem 6. Grad nach Reaum. bis zum 22 ein jeder Grad zugenommener Wärme sich die Luft um $\frac{1}{235}$ ihres Volumens ausdehne.

Die Erfahrungen des Herrn **Vandermonde**, **Berthollet** und **Monge** [β]) bestimmen die Ausdehnung der atmosphärischen Luft durch einen jeden Grad Wärme nach Reaum. auf $\frac{1}{184,8}$ ihres Umfanges, mithin selbige vom Eispunkte bis zum Siedpunkte = 0,4328.

Von allen diesen Angaben weichen die Bestimmungen des Herrn **Priestley** [γ]) beträchtlich ab. Zehn Grad Wärme nach Fahrenh. dehnten nach seinen Versuchen ein Luftvolumen von 13 Maß um 1,32 engl. Cubikzoll, mithin um $\frac{1}{19,2}$ ihres Volumens aus. Auf diese Weise wird die Ausdehnung des ganzen Raums zwischen dem Eis- und Siedpunkte = 0,9375, und für jeden Grad nach raumürischer Skale $\frac{1}{85}$.

Durch diese sehr großen Abweichungen der Ausdehnung der Luft von der Wärme wurden die Herrn **Morveau** und **Duvernois** veranlaßt, genauere Versuche darüber anzustellen, wovon die Resultate dahin gehen, daß die Ausdehnung der Luftmasse keinesweges gleichförmig erfolge, sondern

α) Hygrometrie. §. 113.
β) Mémoir. sur le fer; in den mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1786. p. 36 sq.
γ) Experim. and observat. Vol. V. sect. 32.

dern mit steigender Wärme größer werde [a]). Beym Barometerstande von 26 Zoll $9\frac{1}{2}$ Linien betrug die Vermehrung des anfänglichen Umfanges trockener atmosphärischer Luft

von 0 bis 20° nach Reaum. 0,0789
— 0 — 40° — — — 0,2570
— 0 — 60° — — — 0,6574
— 0 — 80° — — — 0,9368

Es beträgt also die Ausdehnung der Luftmasse vom Gefrierpunkte bis zum Kochpunkte 0,9368, welches mit Priestley's Angaben übereinstimmend ist. Nach diesen Angaben macht nun die Vermehrung des Umfanges der Luftmasse aus

von 0 bis 20° — — $0,0789 = \frac{1}{12,67}$

von 20° — 40° — — $0,1781 = \frac{1}{5,161}$

von 40° — 60° — — $0,4004 = \frac{1}{2,49}$

von 60° — 80° — — $0,2794 = \frac{1}{3,57}$

Diese Versuche beweisen also hinlänglich, daß die bisherigen Bestimmungen der Luftausdehnung durch die Wärme nichts zuverlässiges geben, sondern daß man vielmehr, um etwas sicheres zu erhalten, die Ausdehnung für jeden Grad Wärme besonders bestimmen müsse. Schon **Roy** hat durch seine sorgfältig angestellten Versuche gefunden, daß die Ausdehnung der Luft weder für jede Dichtigkeit noch für jeden Grad Wärme gleich groß ist.

Auch hat Herr **de Morveau** Versuche über den Einfluß der Wärme auf einige Luftarten angestellet. Das Volumen, beym Eispunkte = 1 gesetzt, ward bis zum Siedpunkte ausgedehnet

be

a) Annales de chymie. Tom. I. 1789. p. 256 f.; und in Grens Journal der Physik. B. I. S. 293 f.

bey dephlogistisirter Luft um 5,4767
— phlogistisirter — — 6,9412
— leichter brennbarer — — 1,3912
— Salpeterluft — 1,6029
— luftsaurem Gas — 2,0094
— Ammoniakgas — 6,8009

Wie stark eine große Hitze auf die Luft wirkt, kann folgender Maßen gefunden werden: man erhitzt ein Gefäß mit einer engen Oeffnung bis auf einen gewissen Grad, so dehnt sich dadurch die Luft in selbigen sehr stark aus, und entweicht größtentheils durch die enge Oeffnung. Hierauf hält man die Oeffnung unter Wasser, so wird sich beym Abkühlen die Luft wieder zusammen ziehen und der Druck der äußern Luft Wasser in das Gefäß hineintreiben, aus dessen Menge sich alsdann auf die Größe der Ausdehnung der Luft schließen läßt. So fand **Robins** [a]), daß die Luft durch die Hitze eines weißglühenden Eisens in einen vier Mahl größern Raum ausgedehnet wurde, als den sie kalt einnahm.

Wie groß der Einfluß der Feuchtigkeit oder Dünste auf die Elasticität und Dichtigkeit der Luft sey, ist ebenfalls bey weitem noch nicht ausgemacht. Es finden hierbey eben so wenig, wie bey der Luft, Gleichförmigkeit und bestimmte Gesetze Statt. Herr **Lambert** [β]) that den Vorschlag, bey den Untersuchungen über die Wirkung der Dünste auf die Elasticität der Luft das Barometer mit dem Luftthermometer des Herrn **Bernoulli** zu gebrauchen. Nach seiner Meinung vermehren die Dünste die Elasticität der Luft aus einer doppelten Ursache, ein Mahl durchs Zusammenpressen der Lufttheile und das andere Mahl durch die Vergrößerung des Gewichtes der obern Luft. Dieß gab ihm zu einer sinnreichen Methode Veranlassung, die Menge der Dünste zu erfahren, und so das Luftthermometer als Hygrometer zu

X 2 gebrau-

[a]) Neue Grundsätze der Artillerie, durch Euler. Berlin 1745. 8. S. 963 f.

[β]) Abhandl von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen in den Abhandlung. der churbayersch. Akadem. der Wissenschaften. B. III. Th. 2.

gebrauchen. In der Ausführung aber sind die dabey anzustellenden Beobachtungen vielen Schwierigkeiten unterworfen.

Herr **de Saussüre** fand die absolute Elasticität der eingeschlossenen Luft bey einer Wärme von 14 bis 15 Grad nach Reaumür beym Uebergange von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um $\frac{1}{54}$ ihrer Größe vermehret; indem während dieses Erfolgs sein in einer Glaskugel eingeschlossenes Barometer von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Linien stieg, welche Veränderung den 54ten Theil von 27 Zollen beträgt. Durch die Sättigung mit Feuchtigkeit, wobey 751 Gran trockene Luft 10 Gran Wasser in sich aufnimmt, wird aber auch zugleich die Dichtigkeit der Luft geändert, und zwar in diesem Falle im gleichen Verhältnisse mit der Masse, weil das Volumen in eingeschlossenen Gefäßen dasselbe bleibt: mithin erhält man daraus für eine gleich warme Luftmasse folgende Verhältnisse:

	trockene Luft	feuchte Luft
absolute Elasticität	751	$751 + \frac{751}{54} = 751 + 14 = 765$
Dichtigkeit	751	$751 + 10 \quad = 761$
specifische Elasticität	1	$\frac{765}{761} \quad = 1 + \frac{4}{761}$

mithin wird hiernach die specifische Elasticität der Luft beym Uebergange von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um $\frac{4}{761}$ oder $\frac{1}{190}$ vergrößert. In der freyen Luft wird sich also bey sonst übrigens unveränderter Barometerhöhe und Wärme das Luftvolumen um eben so viel ausdehnen, wenn sie feucht wird. Herr **Luz** [a]) führet dagegen Versuche an, nach welchen der Einfluß der Dünste nicht allein an sich stärker zu seyn scheinet, als ihn **de Saussüre** angibt, sondern auch auf die Größe der Ausdehnung durch die Wärme sehr ungleichförmig wirkt. Uebrigens kömmt es selbst noch viel darauf an, auf welche Art die Dünste mit der Luft in Verbindung treten. Nach Hrn. **Hube** [β]) gibt

a) Vollständige Beschreibung von Baromet. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8 S. 424.

β) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793. 8. 24 Bog.

gibt es sogar eine Ausdünstung, deren Produkt die Elasticität der Luft gar nicht verstärken soll.

Die Dichtigkeit der Luft in Vergleichung mit der Dichtigkeit des Wassers oder eines andern Körpers wird gewöhnlich durch die specifischen Gewichte der Luft und des Wassers oder eines andern Körpers bestimmt. Es kommt also hierbey vorzüglich darauf an, vor allen Dingen das absolute Gewicht einer bestimmten Luftmasse zu wissen. **Galilei** wußte bereits, daß die Luft schwer sey, und erwies solches daraus, daß eine hohle Kugel schwerer werde, wenn man in ihr Luft zusammenpresse. Er stellte wirklich den Versuch mit einer bloßen Spritze an, und meldet, er habe die Luft 400 Mahl leichter, als eine eben so große Menge Wassers gefunden.

Der P. **Mersenne** gebrauchte hierzu die Aeolipile, welche er zuerst mit der darin enthaltenen Luft abwog, alsdann selbige auf Kohlen sehr stark erhitzte, so daß dadurch die Luft größtentheils herausgetrieben wurde, und sie nachher leichter fand. Er berechnete hieraus, daß die Luft 1356 Mahl leichter als das Wasser sey. Dieser Versuch wurde von **Boyle** [α]) mit mehr Vorsicht wiederhohlet, und fand die Luft nur 938 Mahl leichter.

Riccioli [β]) machte den Versuch mit einer Ochsenblase, welche er zuerst leer, und dann mit Luft aufgeblasen wog; in diesem Falle fand er sie 2 Gran schwerer, als im erstern, und schloß daher, daß die Luft in der Blase 2 Gran gewogen, und 10000 Mahl schwerer als Wasser sey. Allein **Jakob Bernoulli** [γ]) hat schon mit Recht bemerket, daß eine aufgeblasene Blase nicht mehr, als eine leere wiegen könne. Denn die aufgeblasene Blase nimmt mehr Raum als die zusammengefaltete ein, und muß daher um so viel weniger wiegen, als die Luft, die sie aus der Stelle verdrängt oder so viel Luft in sie geblasen worden. Daß beym Versuche

α) Exper. physico-mechan. de vi aëris elastica.
β) Almagest. nouum. lib. II. cap. 5.
γ) Acta eruditor. Lipsiens. 1685. p. 436.

suche des Riccioli die volle Blase 2 Gran mehr wog, rührte vermuthlich von der durchs Einblasen stärker verdichteten Luft her. Auch **Sturm** [α]) und **Boyle** [β]) haben sich dieses irrigen Verfahrens bedienet, und letzterer gibt die Luft 7500 Mahl leichter, als das Wasser, an.

Weit genauer verfuhr der Freyherr **von Wolf** [γ]). Dieser nahm eine hohle kupferne Kugel, welche vermittelst eines Hahnes genau verschlossen, und an die Luftpumpe angeschraubet werden konnte. Aus dieser Kugel pumpte er die darin enthaltene Luft so viel als möglich rein heraus, verschloß sie alsdann, hing sie an eine empfindliche Wage, und brachte alles in ein genaues Gleichgewicht. Hierauf öffnete er den Hahn, und ließ die äußere Luft hineintreten, worauf sie einen Ausschlag gab. Nachdem er nun alles wieder in ein genaues Gleichgewicht gebracht hatte, so zeigte das hierzu nöthige Gegengewicht an, wie viel die Luft wog, die in den Raum der Kugel ging. Dieß Gegengewicht betrug 1 Unze 3 Drachmen 44 Gran oder 704 Gran. Der Durchmesser der Kugel hielt im Lichten 132 rheinländ. Decimallinien, mithin der körperliche Raum 1203708 Cubiklinien. Demnach wogen nach diesem Versuche 1000000 Cubiklinien oder ein Cubikfuß Luft $\frac{704000000}{1203708}$ d. i. beynahe 585 Gran. Nach **Wolfs** Angabe wiegt ein Cubikzoll Wasser 495 Gran, mithin ein Cubikfuß 495000 Gran, und so gibt dieser Versuch die Luft $\frac{495000}{585}$ d. i. beynahe 846 Mahl leichter als das Wasser.

Durch ähnliche Versuche fanden **Burkard de Volder** [δ]) die Luft 970 Mahl, und **Homberg** [ε]) 885 Mahl leichter als das Wasser. **Halley** nahm sie 800 bis 860 Mahl

α) Colleg. curios. tentam. 3. §. 15.
β) Paradoxa hydrostat. in prolegomen.
γ) Nützliche Versuche. Th I. §. 86.
δ) Quaest. academ. de grauitate aëris. §. 52.
ε) Mémoir. de l'Acad. royal. des scienc. 1693.

Mahl leichter an, und **Musschenbroek** [α]) setzt die Grenzen 606 bis 1000 Mahl leichter als das Wasser. **s'Gravesande** [β]) bediente sich eines von **Jakob Bernoulli** vorgeschlagenen Verfahrens, das luftleere Gefäß im Wasser zu wägen, und findet dadurch die specifischen Gewichte des Wassers und der Luft wie 798 zu 1.

Weil die Dichtigkeit der Luft durch die Wärme vermindert und durch die Kälte vermehret wird; weil sie ferner nicht beständig in einerley zusammengepreßtem Zustande in der Atmosphäre ist, wie das Barometer zeiget; und weil der in der Luft befindliche Wasserdampf nicht immer sich gleich bleibet; so ist leicht zu erkennen, daß man bey Bestimmung des Gewichtes von einem bestimmten Luftvolumen hierauf Rücksicht nehmen muß. Allein dieß haben angeführte Naturforscher nicht gethan, daher ihre Angaben nicht sicher zu gebrauchen sind. Viel genauer gibt **Shukburgh** [γ]) das specifische Gewicht der Luft bey 29,27 Zoll engl. Baromet. (27 Zoll 5,7 Linien paris.) und 10° Reaum. 840 Mahl leichter als das des reinen Wassers von eben dieser Temperatur.

Herr **Schmidt** [δ]) fand nach einer Mittelzahl aus mehreren Versuchen die Luft von 15° bis $16\frac{1}{2}$° Reaum. und 28 Zoll $1\frac{6}{16}$ Lin. bis 27 Zoll $11\frac{2}{16}$ Lin. Barom. 838 Mahl leichter als das Wasser.

Herr **Gren** [ε]) stellte den Versuch mit einer Kugel an, welche im Durchmesser beynahe $119\frac{1}{2}$ rheinl. Decimalkubikzoll hatte, und fand das Gewicht der Luft, wenn sie nicht sehr feucht war und die Temperatur von 65° Fahrenh. hatte, bey der Barometerhöhe von 27 Zoll 8 Linien paris. $73\frac{1}{2}$ Gran Medicinalgewicht; mithin wiegt hiernach ein rheinländ. Decimalkubikzoll Luft $\frac{148}{239}$ oder 0,615 Gran. Nun wiegt nach Herrn **Gren** ein Decimalkubikzoll Wasser bey dieser Tem-

 peratur

α) Introduct. ad philos. natural. Tom. II. §. 2059.
β) Physic. element. mathem. lib. IV. cap. 5. §. 2164.
γ) Philosophic. transact. Vol. LXVII. S. 557.
δ) Sammlung. physisch-mathem. Abhandl. B. I. S. 114.
ε) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 440. Anmerk.

peratur 492,229 Gran, also verhält sich das specifische Gewicht des Wassers zu dem der Luft wie 492229:615 oder nahe 800:1. Nimmt man also die Dichtigkeit des Wassers = 1 an, so ist hiernach die der Luft = 0,0012.

Weil aber bey diesen Versuchen die Luft aus der Kugel nie ganz ausgepumpet werden kann, so erfähret man eigentlich nur, wie viel die Luft wiegt, die in die Kugel dringt, nicht das Gewicht des ganzen innern Luftvolumens der Kugel, und man muß, wenn alles genau genommen werden soll, bestimmen, wie viel Luft noch in der Kugel geblieben ist. Man kann also erst die Kugel mit Luft angefüllt genau wiegen, hierauf die Luft daraus so stark als möglich auspumpen, bey verschlossenem Hahne wieder wiegen, und so das Gewicht der ausgezogenen Luft finden, worauf man unter aufgekochtem Wasser den Hahn öffnet, das Wasser hinein treten läßt und durch Umkehrung der Kugel die darin noch übrige Luft in ein Gefäß mit Wasser leitet, worin man sie genau bey bestimmter Temperatur messen kann. Der Raum dieser Luft abgezogen vom innern Raumesinhalte der Kugel gibt zum Reste den Raum der Luft, die man gewogen hat. Auch bleibt noch ein Fehler wegen des Gewichtes des in der ausgepumpten Kugel befindlichen Dampfes, welcher jedoch unbeträchtlich seyn kann.

Auch läßt sich vermittelst der Luftwage des Herrn **Gerstners** das jedesmahlige Gewicht eines bestimmten Luftvolumens durch eine Beobachtung finden, wovon man den Artikel, **Manometer**, nachsehen kann.

Die Höhenmessungen vermittelst des Barometers zeigen noch eine andere Methode, die Dichtigkeit der Luft zu bestimmen. Unter dem Artikel, **Höhenmessung, barometrische**, ist erwiesen, daß die Subtangente oder das dortige γ der allgemeinen Formel durch die Barometerhöhe α dividiret, angebe, wie viel Mahl das Quecksilber schwerer sey, als die Luft bey dieser Barometerhöhe. Kann man nun unter den daselbst angegebenen Werthen der Subtangente γ einen mit Zuverlässigkeit annehmen, so ist man

auch

auch sehr leicht im Stande, für jede Barometerhöhe die Dichtigkeit der Luft zu bestimmen, und vermöge des Einflusses der Wärme zu berichtigen. Nach **Lambert**, **Mayer** und **de Lüc** ist $\gamma = 4342$ Toisen, wenn letzterem das Thermometer $16\frac{3}{4}^{\circ}$ Reaum. zeigt. Dieß gäbe für die Barometerhöhe $27\frac{2}{3}$ Zoll

$$\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{4342 \cdot 6 \cdot 12}{27\frac{2}{3}} = 11299$$

mithin die Luft 11299 Mahl leichter als das Quecksilber, oder 807 Mahl leichter als das Wasser, die Dichtigkeiten des Quecksilbers und Wassers $= 14:1$ genommen. Nach **de Lüc** ändert sich nun diese Zahl für jeden Grad Wärme um $\frac{1}{215}$, d. i. um 3,8. Für 14 Grad Temperatur wird sie also $807 - 2\frac{3}{4} \cdot 3{,}8 = 796$, beynahe 800.

Nimmt man nun das Gewicht des rheinländ. Cubikfußes Wasser $64\frac{1}{2}$ Pfund, des pariser Cubikfußes $= 72$ Pfund, so ergibt sich das absolute Gewicht

des rheinl. Cubikfußes $= \dfrac{64{,}5 \cdot 7680}{800} = 619$ Gran

des pariser —— $= \dfrac{72 \cdot 7680}{800} = 691$ Gran

welches von den Bestimmungen des Herrn **Gren** wenig verschieden ist.

Es gibt einige Körper, als Glas, Metall, Blasen von Thieren, nasses Leder, welche für die Luft undurchdringlich sind. Es ist hieraus aber keinesweges zu schließen, wie **Nollet** that, daß die Luft gröbere Theile, als das Wasser haben müßte, weil sie nicht durch nasses Leder dringe. Denn es wirket hier die Luft nicht chemisch, sondern nur mechanisch, und wenn man das Wasser nach der dynamischen Lehre als eine Masse annimmt, welche ihren Raum mit Continuität ausfüllt, so ist es gar nicht möglich, daß die Luft durchs Wasser dringen könne, wofern nicht der Druck der Luft aufs Wasser einseitig wird, da alsdann auf der andern Seite das Wasser erst aus der Stelle getrieben, mit-

hin fortbeweget werden muß, ehe die Luft eindringen kann. Sonst ist es aber unläugbar, daß sich die Luft in sehr vielen andern Körpern, besonders in den organisch gebaueten, und in denjenigen, welche mit Flüssigkeiten in der atmosphärischen Luft gemenget werden, als z. B. Thon, Mehl, Sand u. dergl. befindet. Bringt man z. B. ein Stück Holz mit einer daran gehängten Bleykugel unter Wasser, so daß es in selbigem nicht ganz zu Boden sinkt, und pumpt alsdann darüber die Luft hinweg, so sieht man eine Menge von Bläschen aus dem Holze hervordringen, und es sinkt nach Anstellung des Versuches auf den Boden nieder — ein hinlänglicher Beweis, daß das Holz auf dem Wasser nur wegen der enthaltenen Luft schwimmt. Ob aber in den Flüssigkeiten, als Wasser, Bier, Milch, geistigen Liquoren u. dergl. Luft als Luft enthalten sey, das scheint mir, ob es gleich die meisten Physiker behaupten, noch nicht ausgemacht zu seyn. Die Erfahrung, daß diese Flüssigkeiten, besonders wenn sie etwas erwärmet werden, unter der Luftpumpe eine erstaunende Menge Luft geben sollen, beweiset dieß keinesweges; denn vielmehr ist diese Erscheinung ein wahres Sieden oder eine Dampfentwickelung der Flüssigkeiten. Unter einer guten Luftpumpe wird ein Glas voll Bier nach einigen Auszügen ganz in Schaum verwandelt. Wie ist es aber möglich zu behaupten, daß eine solche Menge von Luft im zusammengepreßten Zustande als Luft in einem solchen Raume enthalten seyn konnte? — Auch in andern Körpern, aus welchen Luft entwickelt wird, ist dieselbe nicht im zusammengepreßten Zustande gewesen, wie man sonst wohl glaubte; denn alle die Luftarten, welche man bey der Gährung, dem Auflösen und durchs Feuer daraus erhält, haben nicht als Luft einen Bestandtheil in den Körpern ausgemacht, sondern haben erst den luftförmigen Zustand während der Operation durch die innigste Verbindung mit dem Wärme- und Lichtstoffe erhalten. M. s. **Gas, atmosphärisches.**

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. III. Aerostatik Th. VI. **Pnevmatik. Kästner** Anfangs-

fangsgründe der angewandten Mathematik. Aerometer. **Wolfs** nützliche Versuche zur Erkenntniß der Natur und Kunst. Th. I. Cap. 5. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. Hauptst. VI. §. 370 f.

Luftarten s. Gas.

Luftball s. Aerostat.

Luftbegebenheiten s. **Meteore.**

Luftelektricität, atmosphärische Elektricität (electricitas atmosphaerica s. aërea, électricité de l'atmosphère ou aërienne) ist die Elektricität der Luft unserer Erdatmosphäre. Die erste Veranlassung zur Untersuchung über die Elektricität der Luft gab die Entdeckung der Gewitterelektricität. Herr le **Monnier** [α]) bemerkte bey seinen zu St. Germain en Laye angestellten Versuchen zuerst, daß die Luft auch außer den Gewittern elektrisch sey. Nachher haben der Abbé **Mazeas** [β]) und Kinnersley [γ]) die Luftelektricität vorzüglich bey trockenem Wetter oft sehr stark wahrgenommen. Mehrere und genauere Beobachtungen über die Luftelektricität sind von **Beccaria** [δ]) zu Turin angestellet worden. Die Geräthschaft, die er zur Untersuchung der Luftelektricität gebrauchte, bestand in einem 132 Fuß langen eisernen Drahte, welchen er den **Explorator** nennt, an dem das eine Ende an einer über dem Schornstein hervorragenden Stange, und das andere an dem Gipfel eines hohen Kirschbaumes befestiget war; übrigens waren beide Enden isoliret, und mit zinnernen Knöpfchen versehen. Von diesem Explorator ging ein anderer Draht durch eine dicke mit Siegellack überzogene Glasröhre ins Beobachtungszimmer, durch den er den Zustand der Elektricität in dem Explorator beobachten konnte. Mit diesem letzten Drahte verband

α) Observat. sur l'électricité de l'air; in den mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1752.

β) Observ. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon. June, July and Oct. 1793.; in den Philos. transact. Vol. XLVIII. n. 57.

γ) Philos. transact. Vol. LIII. n. 21.

δ) Lettere del elettricismo. in Bologna 1758. gr. 4.

band **Beccaria** einen kleinen Streif Metall; an jeder Seite desselben befand sich eine Korkkugel von einer Linie Durchmesser; diese Kugeln waren an seidenen 16 Linien langen Fäden aufgehangen. Mit dieser Geräthschaft fand er die heitere und stille Luft stets, wiewohl mit einiger Unterbrechung, elektrisch. Bey feuchtem Wetter hingegen, wobey es wirklich nicht regnete, und bey stürmischer Witterung konnte er keine Luftelektricität entdecken. Beym Regenwetter zeigte sich kurz vor dem Regen Elektricität, welche erst kurz vor dem Ende desselben aufhörte. Aus seinen Beobachtungen über die Luftelektricität hat er Gründe hergenommen, die Meteore als Wirkungen der Elektricität zu erklären. Nach dieser Zeit hat er mehrere Beobachtungen über die Luftelektricität bey heiterem Himmel mitgetheilet [α]). Er fand zu jeder Zeit die Luft positiv elektrisiret, und bey kalter Witterung stärker, als bey warmer. Durch trockene Winde ward die Elektricität geschwächt, durch die in der Luft schwebenden Nebel aber verstärkt und angehäuft, wofern diese Nebel nicht eine Veranlassung zur Ableitung gaben. Er fand daher bey Nebeln, welche in die Höhe stiegen, die Elektricität am stärksten. Die Luftelektricität beobachtete er nie anders negativ, als wenn der Wind von andern Gegenden der Atmosphäre, wo es zur selbigen Zeit Nebel, Regen, Schnee oder Wolken gibt, herkam.

Mit den Beobachtungen des **Beccaria** stimmen auch die von **Ronayne** in Irland [β]) und die von **Henley** [γ]) überein.

Diesen Beobachtungen gemäß scheint der Gang der täglichen atmosphärischen Elektricität dieser zu seyn. Bey trockener Witterung entsteht vor Sonnenaufgang einige Elektricität, welche desto größer ist, je trockener die Luft und je geringer der Unterschied ihres Zustandes von dem am vorigen Tage ist. Diese Elektricität bey Sonnenaufgang kann man

α) Osservazioni della elettricità terrestre atmosferica a cielo sereno; bey s. elettricismo artificiale. in Torino 1772. 4.
β) Philosoph. transact. Vol. LXII. p. 138.
γ) Philosoph. transact. Vol. LXIV. p. 422.

man jedoch selten bemerken, weil die Luft gewöhnlich die Nacht über feucht ist. So fand der P. Beccaria bey drey monatlichen Beobachtungen nur an 18 Morgen Elektricität vor Sonnenaufgang, und seine zahlreichen Beobachtungen ergeben, daß diese Erscheinung im Winter häufiger vorkomme, als im Sommer, besonders wenn man den Apparat vor aller Feuchtigkeit und Reif schützet. Des Vormittags wird die Elektricität nach und nach stärker, je höher die Sonne steiget, und erreicht endlich einen Grad, auf dem sie stehen bleibt, bis die Sonne ihrem Untergange nahe ist; alsdann nimmt sie desto mehr ab, je feuchter die Luft ist. In den kühlern Jahreszeiten entstehet bey heiterem Himmel und sanftem Wehen des Windes mit zugleich stark zunehmender Trockenheit nach Sonnenuntergang zu Anfange des Thaues eine Elektricität von beträchtlicher Stärke. Diese Elektricität kömmt sehr schnell wieder, und vergehet sehr langsam. In gemäßigten oder warmen Jahreszeiten zeiget sich eine solche Elektricität sogleich mit Sonnenuntergange; sie fängt mit größerer Geschwindigkeit an, vergeht aber auch früher.

Ronayne hat bemerkt, daß die Blitze bey Gewittern schnelle Veränderungen bewirken. Oft wird dadurch die Elektricität weiter verbreitet, bisweilen vermindert; bald verstärkt, bald sogar in die entgegengesetzte verwandelt; bisweilen kömmt sie, wenn vorher gar keine da war, mit einem Blitze plötzlich zum Vorschein.

Cavallo *) hat auch verschiedene Beobachtungen über die Luftelektricität zu Islington theils mit dem elektrischen Drachen, theils mit einem eigenen Luftelektrometer angestellet. Aus denselben hat er folgende allgemeine Gesetze hergeleitet:

1. Die Atmosphäre scheint jederzeit einige Elektricität zu besitzen, welche beständig positiv und bey kaltem Wetter stärker als bey warmen ist; auch in der Nacht ist sie keinesweges geringer, als am Tage.

2.

*) Vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. I. Leipzig 1797. 8. S. 317 u. f.

2. Durch den Einfluß schwerer Wolken am Zenith und des Regens kann verursachet werden, daß die gebrauchten Werkzeuge eine negative Elektricität anzeigen. Die Annäherung der Wolken vermindert gemeiniglich die Elektricität des Drachens; zuweilen hat sie gar keinen Einfluß auf dieselbe, und sehr selten verstärkt sie sie ein wenig.

3. In der Regel findet sich die stärkste Elektricität bey dickem Nebel und bey kaltem Wetter; die schwächste hingegen bey trüber, warmer und zum Regen geneigter Witterung.

4. An höhern Orten ist die Elektricität stärker als an niedrigern, und wenn diese Regel in einiger Entfernung von der Erde noch Statt findet, so muß die Elektricität in den obern Gegenden der Atmosphäre außerordentlich stark seyn.

5. Der elektrische Funken, den man aus der Schnur des Drachens oder aus einem damit verbundenen isolirten ersten Leiter zieht, ist besonders bey trockener Witterung sehr selten länger als ¼ Zoll, aber außerordentlich stechend, und er scheint mehr dem Schlage aus einer geladenen Flasche, als dem Funken aus dem ersten Leiter einer Elektrisirmaschine ähnlich. Ueberhaupt ist die Elektricität des Drachens stärker oder schwächer, je nachdem die Schnur länger oder kürzer ist, sie bleibt aber nicht mit der Länge der Schnur proportional.

6. Wenn das Wetter feucht und die Elektricität stark ist, so wird dieselbe, wenn ein Funke aus der Schnur des Drachens gezogen worden, mit großer Geschwindigkeit wieder ersetzet; bey trockener und warmer Witterung hingegen geschiehet dieser Ersatz außerordentlich langsam.

Von den Beobachtungen des Herrn de Saussure über die Luftelektricität ist bereits das Wesentlichste unter dem Artikel, **Blitz**, angegeben worden. Seine besonders auf der Furka gemachten Beobachtungen lehreten ihn, daß die Wolken keine eigene Elektricität besitzen, sondern bloß als Leiter dienen, um die Elektricität in den obern Gegenden herabzuführen. Denn als er bey der Abwesenheit der Wolken die Bleykugel seines Luftelektrometers in die Höhe schleu-

derte,

derte, erhielt er eine stärkere Elektricität, als bey ihrer Gegenwart.

Daß die Elektricität der heitern Luft unwandelbar positiv sey, glaubt er sich nicht anders, als mit dem Herrn **Volta**, so zu erklären, daß sie durch die Ausdünstung entstehe, von den aufsteigenden Dünsten mit in die Höhe geführet und durch die Kälte oder Verdichtung der Dünste aus denselben niedergeschlagen werde, wodurch sich die obern Luftgegenden damit anfüllen. Um hierüber noch mehr Aufschluß zu erhalten, stellte er eine große Anzahl Versuche über die Elektricität bey der Verdünstung an, nach welchen er fand, daß erhitztes Porzellan und Silber den Dünsten immer — E, Eisen und Kupfer hingegen + E geben. Hieraus wird es ihm wahrscheinlich, daß die Elektricität der Dünste an solchen Körpern, bey welchen mit Berührung des Wassers eine Zersetzung Statt finden kann, jederzeit positiv, hingegen an solchen, bey welchen keine Zersetzung erfolgen, noch auch durch selbige an andern Körpern dergleichen hervorgebracht werden kann, allemahl negativ sey.

Herr **Read** in Knightsbridge hat ebenfalls mit einem eigenen Apparat vom Jahre 1789 — 1790 Beobachtungen über die Luftelektricität angestellt *). Die Atmosphäre fand er unter 397 Mahlen 241 Mahl positiv und 156 Mahl negativ elektrisiret; die Elektricität war 98 Mahl so stark, daß die Kugel seiner Geräthschaft Funken gab; nur an 7 Tagen des ganzen Jahres hindurch bemerkte er mit unter gar keine Spur von Elektricität. An gewissen Tagen schien sie so veränderlich, daß die Korkkügelchen von Minute zu Minute mit + E und — E abwechselten, welches ohne Zweifel eine Wirkung von elektrischen Atmosphären war. Nachher von ihm sehr zahlreich angestellte Versuche und Beobachtungen mittelst **Bennets** Duplicator der Elektricität scheinen ihn aber doch zu belehren, daß man nicht jederzeit die Anzeige von abwechselnder positiver und negativer Elektricität

*) Philosoph. transact. Vol. LXXXI.; übers. in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 234 f.

tricität in der Atmosphäre als eine Wirkung elektrischer Atmosphären ansehen könne, vielmehr brachten sie ihn auf die starke Vermuthung, daß die Luft dadurch, daß sie auf verschiedene Weise, wie durch Athmen, Fäulniß u. s. w. selbst in geringem Grade verdorben wird, einen Antheil ihrer natürlichen Elektricität entläßt, und folglich negativ elektrisiret wird. Seine Versuche nämlich scheinen ihn wirklich auf die Folge zu leiten, daß Luft, welche durch thierische Respiration, oder durch vegetabilische Fäulniß inficiret ist, stets negativ elektrisiret sey, wenn zur selbigen Zeit die umgebende Atmosphäre positive Elektricität besitze. Daher empfiehlt Herr **Read** auch **Bennets** Duplikator der Elektricität selbst als ein nützliches Werkzeug zur Untersuchung der Elektricität der atmosphärischen Luft in verschiedenen Graden ihrer Reinheit [α]).

Auch Herr **Volta** [β]) hat in seinen meteorologischen Briefen seine mit dem Strohhalmelektrometer angestellten Beobachtungen über die Luftelektricität von mehreren Monaten mitgetheilet.

Herr **L Cotte** [γ]) zu Montmorenci hat aus seinen dreyßigjährigen meteorologischen Beobachtungen folgende Resultate in Ansehung der atmosphärischen Elektricität hergeleitet.

1. Die Elektricität äußert sich öfter ohne Gewitter, als im Gewitter.

2. Sie wird auch häufiger durch trockene, als durch regnige Wolken veranlaßt.

3. Sie ist öfter positiv als negativ, besonders wenn sie durch stehende Wolken veranlaßt wird, weil diese ohne Zweifel zu entfernet sind, als daß die aus der Erde steigende Elektricität bis dahin reichen könnte; im entgegengesetzten Falle ist sie sehr veränderlich.

4.

α) Philosoph. transact. for the year 1794. P. I. S. 266 f.; in Grens neuem Journ. der Physik. B. II. S. 70 f.

β) In *Brugnatelli* bibliotheca fisica d'Europa; u. a. dem Italiän. übers. Th. I. Leipz. 1793. 8.

γ) Journ. de physique. T. I. an. 2. S. 231.; in Grens neuem Journ. der Physik. B. III. S. 420.

4. Die Atmosphäre gibt Anzeigen auf Elektricität zu allen Zeiten und zu jeder Stunde des Tages und der Nacht.

Endlich hat auch Herr Haller *) in Fulda seine vom Jahre 1792 bis 1796 gemachten Beobachtungen über die Luftelektricität mitgetheilet, und gefunden, daß der Gang der atmosphärischen Elektricität das Jahr hindurch dieser ist: Im Winter sind die Anzeigen derselben schwach; wenn es hoch kömmt, so fahren an der Maschine kleine Funken über. Gegen das Frühjahr hin wächst sie allmählich, so daß sie gegen die Mitte des Monaths März das Fadenelektroskop kräftig afficiret. Im Aprill zeigt sie sich mannigmahl des Tages sehr oft in den so genannten Aprillstürmen, häufig durch Glockenspiel und Funken. Gegen das Ende des Aprills und im May endlich beweiset sie ihre Stärke durch reißende Ströme an der Maschine. In den Sommermonaten Junius und Julius sprüht die Maschine Funken, so oft es blitzt; dann ist Stillstand, bis auf einen neuen Blitz; hagelt es, dann ist rascher Feuerstrom, der durch einen einfallenden Blitzstrahl augenblicklich gestillt wird, um wieder lebhaft anzufangen. Fallen im Herbste Stürme und Strichregen ein, so kehrt die Scene des März zurück; bedecken endlich die Herbstregen den ganzen Horizont: dann beobachtet man die Maschine ganz umsonst; alle Spuren der Elektricität sind verschwunden. Hiervon sind die Ausnahmen durchaus selten. Uebrigens haben ihn noch seine Beobachtungen gelehret, daß durch die Frühlingsregen mehr elektrische Materie aus der Atmosphäre herabkomme, als durch alle Donnerwetter des Sommers zusammengenommen. Denn

1. regne es in den Monathen März, Aprill und May sehr häufig; man höre keinen Donner; man sehe keinen Blitz; nichts desto weniger sey die Maschine in voller Bewegung, besonders wenn Graupenhagel einfalle. Hingegen herrsche in den Sommermonathen eine Reihe von heitern Tagen, die sich auf zwey bis drey Wochen erstrecke; und diese Reihe komme

*) In Grens neuem Journal der Physik. B. IV. S. 55 f.

komme von Zeit zu Zeit wieder; während dieser Zeit regne es nicht ein Tröpfchen und die Maschine stehe todt da. Die Vergleichung der Fälle für das Frühjahr mit den für den Sommer gibt für das Frühjahr einen augenscheinlichen Ueberschuß an herabkommender elektrischer Materie.

2. Der Einwurf, daß die Blitzmenge, die durch ein einziges Sommergewitter herabkomme, vielleicht so groß sey als die Menge, die durch mehrere Frühlingsregen herabgeleitet werde, sey ganz ungegründet, indem eine genaue Vergleichung ganz deutlich beweise, daß dem Erdboden im Frühjahre ein Ueberschuß an Blitzmaterie zugeführet werde.

Weil bey Sommergewittern, welche zugleich Hagelwetter sind, eben so wie in den Frühlingsregen ein steter Blitzstrom Statt hat, so ist es dem Herrn **Haller** wahrscheinlich, daß die Ursache, warum im Frühlinge so viele Blitzmaterie herabkömmt, darin liege, daß die Frühlingsregen meistens Graupeln oder doch mit unzerflossenen Schneeflocken untermischt sind; es regnet und schneyet zugleich. Die Mayregen sind kühl. Wie aber Graupeln und Hagel mit Blitzmaterie zusammenhängen, weiß er sich nicht zu erklären.

Woher die Luftelektricität ihren Ursprung nehme, das läßt sich nicht mit völliger Gewißheit bestimmen. Sonst glaubte man, daß sie durch Reibung der Lufttheile und Wolken an einander, durch Winde und Luftströme verursachet würde; allein **Wilke** a) hat schon bemerket, daß die Erzeugung der Elektricität durch Reiben verschiedene Körper voraussetze, wovon der eine positiv der andere negativ elektrisiret wird, welches in der Luft keinen andern Erfolg haben könnte, als daß die positiven und negativen Theilchen einander anzögen, und die erregte Elektricität wieder verlöhren. Auch haben die Erfahrungen gelehret, daß starke Winde die Luftelektricität vielmehr schwächen. Als der Herr **de Saussüre**, um die Elektricität aus den höhern Gegenden

a) Bemerk. zu Franklins Briefen über die Elektricität. Leipzig 1758. 8. S. 299.

genden der Atmosphäre herabzuleiten, eine Bleykugel an einer Schnur von Silberfaden in die Höhe schleuderte, so wurde ihm von Herrn **Landriani** der Einwurf gemacht, ob nicht die Elektricität, welche die Kugel im Fliegen erhält, durch ihr Reiben an der Luft könne erzeuget worden seyn? Um dieß genauer zu untersuchen, nahm Herr **de Saussüre** eine an einer seidenen Schnur befestigte Kugel, und schwang sie mit großer Schnelligkeit eine Zeitlang in der Luft herum, allein er bemerkte auch nicht die geringste Anzeige von Elektricität. Endlich wurde Herr **Volta** durch die bey Wasserfällen und Strudeln, ja selbst bey Schleußen und Mühlrädern bemerkte Elektricität, welche Herr **Tralles** [a]) beschreibet, und aus dem Reiben der Wassertheilchen an der Luft erklärt, veranlasset, die Sache einer genauern Prüfung zu unterwerfen. Wiederhohlte Versuche belehrten ihn hinlänglich, daß Körper, welche eine Zeitlang in der Luft aufs heftigste beweget wurden, auch nicht die geringste Spur von erregter Elektricität zu erkennen gaben. Ueberdem scheint aber auch die Erregung der Elektricität durchs Reiben der Lufttheilchen an einander unmöglich, da der eigentliche und wesentliche Charakter der Luft, als einer flüssigen Materie, darin bestehet, daß kein Reiben der Lufttheilchen an einander Statt finden kann. Daraus schließt Herr **Volta**, daß das Reiben der Luft an sich oder an andern Körpern nie Elektricität erregen könne, und daß die bey den Wasserfällen und Strudeln erregte Elektricität vielmehr von der durch die Bewegung und Zertrennung begünstigten schnellen Ausdünstung des Wassers herzuleiten sey. Herr **Volta** entdeckte zwar zuletzt, daß Körper, welche an der Luft gerieben gar keine Elektricität zeigten, gepulvert, zerschabt oder in sehr feine Theile zertheilet und durch die Luft getrieben, wirklich erregte Elektricität zu erkennen gaben; allein diese wurde wirklich, wie man jetzt weiß, durchs Reiben ihrer Theile an einander, indem sie entweder durchgebeutelt, oder auf eine andere mechanische Art schnell durch die

a) Beytrag zur Lehre der Elektricität. Bern 1786. 8.

die Luft fortgetrieben wurden, erreget. M. s. den Artikel, **Elektrophor** (Th. II. S. 137 u. f.).

Canton muthmaßete, daß die Luft, wie der Turmalin, durch die Abwechselungen der Wärme und Kälte elektrisiret werde. Auch **Wilke** ist dieser Meinung zugethan, und hält selbst die Spitzen der Berge, an den so oft Gewitterwolken entstehen, für Turmaline, deren Elektricität durch die Hitze verstärket werde.

Nach Herrn **Volta** rührt die Entstehung der atmosphärischen Elektricität allein von der Ausdünstung her. Er fand mit Hülfe seines Condensators, daß der aufsteigende Wasserdampf positiv elektrisiret sey. Hierdurch wurde er bewogen anzunehmen, daß das Wasser, wenn es in Dampf verwandelt werde, mehr Capacität für das elektrische Fluidum erhalte; die Verdampfung führe daher unaufhörlich Elektricität in die Luft, welche sich aber daselbst nicht eher äußere, bis die Dünste wieder zu Wasser würden. Herr **Volta** hat diese seine Theorie in mehreren seiner Schriften, besonders aber im sechsten seiner meteorologischen Briefe ausgeführet, und sie mit vielen Versuchen über die Elektricität beym Verdampfen und Verbrennen unterstützet.

Dagegen hat Herr **de Lüc** das System des Herrn **Volta** mit starken Gründen bestritten, und vielmehr behauptet, daß in der Atmosphäre durch gewisse uns noch unbekannte Naturoperationen elektrisches Fluidum selbst gebildet, und wieder zersetzet werde. Zuerst bemerket er, daß die Beobachtung des Herrn **de Saussüre**, nach welcher bey gewöhnlichem Wetter die Luftelektricität von Sonnenaufgang bis zu einer gewissen Stunde des Tages zunehme, verbunden mit der allgemeinen Bemerkung, daß die Gewitter nur dem Sommer zugehören, auf die Vermuthung leite, daß die Sonnenstrahlen an der Bildung des elektrischen Fluidums oder doch wenigstens des fortleitenden Fluidums Antheil haben mögen, wenn auch ihr Einfluß darauf noch nicht ein unmittelbarer seyn sollte. Hernach nehme Herr **Volta** an, daß der positive Zustand der Elektricität daher

rühre, weil ein heißer Körper, von welchem Wasser verdunste, negativ werde, mithin der aufsteigende Dampf positiv seyn müsse. Allein es habe der Herr **de Saussüre** gezeiget, daß die Verdampfung Eisen und Kupfer vielmehr positiv mache, sey auch selbst hierdurch bewogen worden, eine in der Natur vorgehende Zusammensetzung und Zersetzung des elektrischen Fluidums zu muthmaßen. Vorzüglich aber setzt Herr **de Lüc** der Meinung des Herrn **Volta** folgende Gründe, die er aus meteorologischen Beobachtungen hergenommen hat, entgegen. Er sagt, wenn das elektrische Fluidum durch Verdunstung aus dem Boden in die Atmosphäre überginge, und seine Rückkehr zu dem Boden wieder Statt fände, wenn sich die Dünste in Wasser verwandelten, so müßte es bey allen starken und plötzlichen Regengüssen Donnerwetter geben, indem sich bey der schnellen Bildung des Wassers das elektrische Fluidum eben so häufig als bey Donnerwettern entbinden müßte; allein es gibt beständig häufigere Platzregen ohne Gewitter, als mit solchen. Auch müßte jeder Regen merkliche Zeichen positiver Elektricität geben, welches doch nicht geschiehet. Ferner müßte jedes Gewitter Regen mit sich führen, weil nur zur Zeit des Regens der Wasserdampf zu Wasser wird; nun donnert es aber sehr oft in Gewölken, welche vielmehr durch vermehrte Dünste verdichtet werden, ohne daß ein Tropfen Wasser herausfällt. Wenn endlich der Regen selbst nur durch Dünste erkläret werden kann, welche noch vor der Bildung der Wolken in der Luft zugegen waren, so kann sich die Quelle des elektrischen Fluidums, welches in einigem Gewölke bemerket wird, nicht in den Dünsten finden. Alle diese Gründe machen die Theorie des Herrn **Volta** sehr zweifelhaft, ob sie gleich von diesem nicht ist aufgegeben worden.

Die Vorstellung, welche man sich sonst von der Entstehung des Blitzes machte, so wie auch die Gründe, welche Herr **de Lüc** dagegen angeführet hat, sind bereits unter dem Artikel, **Blitz**, angeführet worden.

Der Einfluß der atmosphärischen Elektricität auf die Gesundheit des thierischen Körpers, auf die Vegetation und Fruchtbarkeit ist durch Beobachtungen außer allen Zweifel gesetzet. Auch bey der Entstehung verschiedener meteorologischer Erscheinungen ist die atmosphärische Elektricität als unverkennbare mitwirkende Ursache zu betrachten. Herr **Achard** *) hat besonders die Nothwendigkeit gezeiget, den meteorologischen Beobachtungen, um sie vollständig erklären zu können, auch Angaben der atmosphärischen Elektricität beyzufügen. Er hat bewiesen, daß die Luftelektricität bey dem Thaue so nothwendig sey, daß er ganz ausbleibt oder nur sehr schwach ist, wenn den Tag vorher die Atmosphäre keine oder nur eine sehr geringe positive Elektricität gehabt habe. Auch scheint die elektrische Materie bey den Dünsten, Wolken, Regen und sehr vielen feurigen Meteoren eine große Rolle zu spielen, u. s. f.

M. s. **Priestley** Geschichte der Elektricität durch **Krünitz** S. 208 f. **Adams** Versuch über die Elektricität a. d. Engl. Leipzig 1785. 8. Cap. 12. S. 151 f. Voyages dans les Alpes par *Hor. Bened. de Saussure* Tom. III. à Geneve 1786. 4. Chap. 28. **Volta** meteorologische Briefe aus dem Italiän. mit Anmerk. des Herausgeb. Th. I. Leipzig 1793. 8. Brief 9. Siebenter Brief des Herrn de **Lüc** an Herrn **de la Metherie** über die Schwierigkeit in der Meteorologie u. s. f. aus dem Journal de physique Août 1790. übers. in **Grens** Journal der Physik B. IV. S. 234 u. f. §. 13 ff.

Luftelektrometer, atmosphärisches Elektrometer (electrometrum aëreum s. atmosphaericum, électrométre aërien ou atmophérique) ist eine Vorrichtung, die Beschaffenheit und Stärke der atmosphärischen Elektricität damit zu beobachten. Es gehören auch eigentlich hierher die sogenannten **elektrischen Drachen** und **Elektricitätszeiger**, von welchen eigene Artikel handeln. In einem etwas eingeschränktern Verstande begreift man unter Luftelektro-

*) Mémoir. de l'Acad. de Prusse. 1780.

elektrometer ein solches Werkzeug, welches zur Beobachtung der atmosphärischen Elektricität leicht zu gebrauchen ist, und ohne Schwierigkeit von einem Orte zum andern gebracht werden kann.

Ein sehr einfaches Werzeug dieser Art beschreibt Cavallo *): (fig. 55.) a b ist eine gemeine aus verschiedenen Gliedern zusammengesetzte Angelruthe, von der jedoch das letzte dünnste Glied abgenommen ist. Aus dem Ende dieser Stange geht eine dünne Glasröhre c hervor, welche mit Siegellack überzogen ist. An ihr befindet sich ein Stück Kork d, von welchem ein Elektrometer mit Hollundermarkkügelchen herabhängt. h g i ist ein Stück Bindfaden, welches an das andere Ende der Röhre befestiget ist und bey g von einem Schnürchen f g gehalten wird. Am Ende des Bindfadens bey i ist eine Stecknadel befestiget. Wenn man diese in den Kork d steckt, so ist das Elektrometer e nicht isoliret. Will man mit diesem Instrumente die atmosphärische Elektricität beobachten, so stecke man die Stecknadel i in den Kork d, halte den Stab bey dem untern Ende a, stecke ihn zu einem Fenster in dem obersten Stockwerke des Hauses in die Luft heraus, und halte das andere Ende der Röhre mit dem Elektrometer so hoch, daß der Stab mit dem Horizont einen Winkel von 50 bis 60° macht. In dieser Stellung halte man das Werkzeug einige Sekunden, ziehe alsdann an dem Bindfaden bey h, und mache dadurch die Stecknadel von dem Korke los, wobey der Bindfaden in die punktirte Lage k l kömmt, das Elektrometer aber isolirt, und auf die der Elektricität der Atmosphäre entgegengesetzte Art elektrisiret bleibt. Hierauf bringe man den Stab ins Zimmer zurück, und untersuche die Beschaffenheit der Elektricität.

Auch dient zur Untersuchung der atmosphärischen Elektricität ein von Cavallo angegebenes Elektrometer, welches von Adams ist beschrieben, und bereits unter dem Artikel,

*) Vollständ. Abhandl. der Lehre der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 343.

tikel, **Elektrometer** (Th. II. S. 81.) angegeben worden. Will man mit diesem Elektrometer die atmosphärische Elektricität untersuchen, so hält man es unten in der freyen Luft, so daß man die Korkkügelchen bequem sehen kann. Diese werden sogleich aus einander gehen, wenn Elektricität genug vorhanden ist. Ihre Beschaffenheit, ob sie positiv oder negativ sey, kann man nachher leicht erforschen, wenn man ein geriebenes Stück Siegellack oder einen andern elektrischen Körper der messingenen Kappe nähert.

Nach Herrn **Achard** *) sind die nothwendigen Eigenschaften eines guten atmosphärischen Elektrometers diese: muß es zum Gebrauche leicht seyn, den Grad und die Beschaffenheit der Elektricität bestimmt angeben; dem Beobachter bey Gewittern keiner Gefahr aussetzen, und sich bequem tragen lassen. Bey Verfertigung eines solchen Instrumentes macht die größte Schwierigkeit die Isolirung, welche auch bey feuchter Witterung und beym Regen vollkommen seyn soll. Herrn **Achards** Elektrometer besteht aus einem hohlen abgekürzten Kegel von Zinn, dessen oberes Ende offen, das untere aber durch eine zinnerne Platte verschlossen ist. Diese Platte ist auf der innern Seite mit einer zwey Zoll dicken Lage von Pech überzogen; an die untere Fläche dieser Lage von Pech ist eine zinnerne Röhre gekittet, welche man auf ein hölzernes Stativ setzen, und dadurch den Kegel so stellen kann, daß seine größere niederwärts gekehrte Grundfläche horizontal steht; das Pech isoliret den Kegel vollkommen, und hindert den Verlust seiner Elektricität, wenn er elektrisiret wird. Der Kegel muß hoch genug, und seine untere Grundfläche in Vergleichung mit der obern groß genug seyn, um den Regen, wenn er auch schief auffallen sollte, abzuhalten, daß er nicht entweder im Falle selbst, oder beym Abspritzen vom Fußgestelle die untere Fläche des Pechs bespritze, mit welchem der Boden des Kegels inwendig bedeckt ist; sonst würde der Kegel nicht mehr isoliret seyn, und das Elektrometer sich in einen

Leiter

*) Mémoir. de l'Academ. de Prusse. 1780.

Leiter verwandeln. An dem schmalen Theile des Kegels befestiget Herr Achard einen viereckigen eisernen Stab, und hängt an denselben ein Thermometer und zwey Elektrometer, von denen das eine sehr leicht ist, und sich also durch sehr geringe Grade der Elektricität in Bewegung setzen läßt, das andere aber mehr Schwere hat, und sich daher nur dann bewegt, wenn die Elektricität für das leichtere Elektrometer zu stark wird. Außer diesen beiden Elektrometern bindet Herr Achard noch einen Faden an den eisernen Stab, welcher durch sein Aufsteigen die geringsten Grade der Elektricität anzeigt. Das Ganze ist in eine oben und unten offene gläserne Glocke eingeschlossen. Der Grund dieser Glocke ist ebenfalls mit Pech isoliret, damit er keine Elektricität von dem zinnernen Kegel ableite. Auch die obere Oeffnung der gläsernen Glocke, durch welche der eiserne Stab hindurch gehet, ist mit Pech ausgefüllt, und um dieses Pech vor dem Regen zu beschützen, wird es mit einem gläsernen Trichter bedeckt, durch welchen der eiserne Stab ebenfalls durchgehet. Ans Ende dieses eisernen Stabes können hohle und leichte zinnerne Röhren geschraubet, und hiermit eine Höhe von 20 bis 30 Fuß erreichet werden, weil das oberste Ende der Röhre allezeit wenigstens 6 Fuß über alle in der Nähe befindliche Gegenstände hervorragen muß. Die letzte Röhre endiget sich oben in eine eiserne sehr scharfe und vergoldete Spitze.

Um zu bestimmen, ob die Elektricität der Luft positiv oder negativ sey, geht von dem eisernen Stabe durch das Pech am Boden des abgekürzten Kegels ein Draht herab, an welchen man eine Korkkugel an einen leinenen Faden hängt. Bringt man nun dieser Kugel elektrisirte Körper nahe, so wird man dadurch die Beschaffenheit der Elektricität, welche das Instrument von der Luft angenommen hat, leicht wahrnehmen können.

Um den Beobachter gegen plötzliche Anhäufungen der Elektricität zu schützen, wird an das Fußgestelle ein eiserner Stab befestiget, welcher einige Fuß tief in die Erde ge-

lassen wird. Das obere Ende dieses Stabes ist mit einem Knopf versehen, welcher etwa einen Zoll weit vom Kegel absteht. Auf diese Weise wird sich die stark angehäufte Elektricität jederzeit durch einen Schlag auf den Knopf entladen, und durch den metallenen Stab in die Erde abgeführet werden. Befindet sich dieses Instrument in einer Dachkammer, so muß statt des eisernen Stabes eine metallische Ableitung bis zur Erde angebracht werden, welche als ein vollkommener Blitzableiter dienen kann, wenn der Knopf mit dem Kegel in Berührung gebracht wird. Will man es hingegen im Freyen gebrauchen, so muß der Boden, auf welchen es stehet, rund herum wenigstens auf 2 bis 3 Fuß über der Peripherie der untern Grundfläche des Kegels gepflastert werden, damit sich der in die Höhe steigende Thau nicht an den Kegel anlegen, und die Isolirung unvollkommen machen könne.

Das Luftelektrometer des Herrn de **Saussüre** ist fig. 56. abgebildet. Die gläserne Glocke hat einen messingenen Boden b c, mit welchem die an der Wand der Glocke inn- und auswendig angeklebten Stanniolstreifen e, e, e, e in leitender Verbindung sind. Diese Stanniolstreifen sind dieserwegen vorhanden, um die Elektricität, welche nach den Versuchen in der Glocke zurückgeblieben ist, abzuleiten. Die beiden Kugeln f sind von Hollundermark von einer halben Linie oder etwas darüber im Durchmesser, welche an ganz feinen Metalldrähten aufgehängt sind, die sich in kleinen Ringen sehr frey bewegen können. Durch diese Einrichtung des Werkzeuges erhält man besonders den nicht geringen Vortheil, daß man alle Elektricität ganz sicher aus dem Apparat wegbringen kann, wenn man mit der einen Hand den Boden b c und mit der andern den Haken a berühret. Die Bleykugel g, welche hier als in der Luft fliegend vorgestellet ist, ist an der metallenen Schnur g h befestiget, die vermittelst der metallenen Zwinge h mit dem Haken a in Verbindung stehet. g f ist eine starke seidene Schnur, fest an die Kugel g gebunden, um diese bequem in die Luft schleudern zu können.

Herr

Herr de Saussüre bemerket noch, daß man diesen Apparat bey Gewittern nicht in die Hand nehmen, sondern sich lieber davon entfernen müsse, um nicht dadurch den Blitz nach sich zu leiten.

Bey der Untersuchung der atmosphärischen Elektricität bediente sich der Herr de Saussüre statt des Hakens einer metallenen Spitze, welche, um sie tragbar zu machen, aus drey in einander geschraubten Stücken zusammengesetzet werden konnte. Beym Regenwetter oder Schnee wurde das Instrument noch durch einen kleinen Regenschirm bedecket.

Mit diesem Werkzeuge wurden die Beobachtungen vom Herrn de Saussüre auf folgende Art angestellet. Zuerst untersuchte er, in welcher Höhe über der Erdfläche er dieß Elektrometer an den metallenen Boden halten müßte, wenn es einige Anzeige von Elektricität geben solle. Nahe an der Erdfläche bemerkte er entweder gar keine oder doch nur eine geringe Spur von Elektricität. Gewöhnlich war die Höhe, in welcher er die Luftelektricität wahrnahm, 4 bis 5 Fuß, bisweilen so hoch, als er mit der Hand reichen konnte; mannigmahl, jedoch sehr selten, war auch eine größere Höhe erforderlich. Zu andern Zeiten hingegen zeigte das Werkzeug schon Elektricität, wenn es gleich, selbst ohne Leiter, auf der Erde stand. Bey heiterem und stillem Wetter fand er die Elektricität der Luft erst in einer Höhe von 40 bis 50 Fuß merklich. Um also dieses Werkzeug in einer solchen Höhe brauchen zu können, hatte eben der Herr de Saussüre die Kugel g an die etwa 50 bis 60 Fuß lange Schnur g h aus drey feinen Silberfäden befestiget. Er nahm das Instrument in die linke Hand, und schleuderte mit der Rechten die Kugel so hoch in die Luft, als es ihm möglich war. Nachdem nun hierdurch die metallene Schnur so straff als es seyn konnte, sich ausgedehnet hätte, so waren Kugel und Schnur aufs vollkommenste isoliret, indem der untere Theil der Schnur nur noch die Zwinge h und den Haken a berührte, welche durch das Elektrometer isoliret waren. Flog die in die Luft geschleuderte Kugel noch

etwas weiter, so riß sie die Zwinge vom Haken a los, und ließ das Elektrometer mit der ihm vorher mitgetheilten Elektricität beladen zurück.

Um nun die Stärke der atmosphärischen Elektricität in einer gegebenen Höhe zu messen, brachte er das Elektrometer vor seine Augen, und bemerkte, wie weit hier die Kugeln aus einander gingen. Die Größe der Divergenz der Kugeln zeigten Ziffern am Rande der Glocke eingegraben an. Hierauf nahm der Herr **de Saussüre** zwey sich ziemlich gleiche Elektrometer, und elektrisirte das eine so stark, daß die Divergenz der Kugeln von einander 6 Linien betrug, und berührte den Haken desselben mit dem Haken des nicht elektrisirten Elektrometers. Hierdurch theilte sich gleichsam die Elektricität des einen in zwey gleiche Theile, und die Kugeln standen nun in beiden vier Linien aus einander. Die Verminderung der Elektricität bis zur Hälfte verminderte also die Divergenz der Kugeln nur um ein Drittel. Hiernächst nahm er dem einen seine Elektricität wieder, und vertheilte abermahls die des einen durch beide, worauf die Divergenz der Kugeln von einander 2,8 Linien ausmachte, welches beynahe eben wieder das vorige Verhältniß ist. Nach der dritten Wiederhohlung blieb ihre Divergenz auf 1,9 Linien, abermahls in dem vorigen Verhältnisse; bey der vierten Wiederhohlung aber näherte sich das Verhältniß dem einfachen direkten und die Kugeln kamen auf 1. Die Elektricität ward nun so schwach, daß sie sich nicht mehr gleichförmig vertheilen konnte. Wiederhohlte Versuche gaben ihm die nämlichen Resultate. Auch die negative Elektricität richtete sich nach diesem Gesetz. Der Herr **de Saussüre** hält zwar selbst diese Versuche noch nicht für hinreichend, das wahre Gesetz der Stärke des elektrischen Abstoßens daraus zu bestimmen; allein dessenungeachtet hat er hiernach eine Tabelle berechnet, welche die Stärke der Elektricität für jede Viertellinie Divergenz der Kugeln angibt.

Durch Hülfe dieser Elektrometer wurde die atmosphärische Elektricität von dem Herrn **de Saussüre** auf folgende

gende Art gemessen. Er wählt einen freyen, von Bäumen und Gebäuden entfernten Platz, legt darauf das Elektrometer mit aufgesteckter Spitze wagrecht nieder, um selbigem eine dem Erdboden gleiche Elektricität mitzutheilen. Hierauf bringt er es in eine vertikale Lage, erhebt es bis zur Höhe seiner Augen, und beobachtet die Divergenz der Kugeln nach Vierteln einer Linie. Hiernächst läßt er es in vertikaler Richtung wieder gegen den Erdboden nieder, und bemerkt zuletzt die Höhe der Spitze von der Erde, da die Kugeln einander völlig berühren. In dieser Höhe fängt nämlich die Luftelektricität merklich zu werden an. Wäre die Elektricität so stark, daß die Kugeln noch immer aus einander gehen, wenn gleich das Elektrometer bis zur Erde gekommen ist, so schraubt er ein Drittel von dem Metallstabe ab, und so auch das zweyte; ja im nöthigen Falle nimmt er die ganze Spitze hinweg. Das letztere ist ihm nur beym Regenwetter vorgekommen, und er nimmt alsdann die Höhe = o an, weil er die Höhe des Elektrometers weiter nicht betrachtet. Wäre hingegen die Elektricität so schwach, daß das Elektrometer in der Höhe seiner Augen, wobey die Spitze 7 Fuß von der Erde abstehet, noch keine Spur von Elektricität gibt, so erhebt er es noch einen Fuß höher, und weil er alsdann die Kugeln nicht mehr sehen kann, so berühret er mit der andern Hand den Haken, und bringt es nach beendigter Berührung auf den Erdboden nieder, um zu sehen, ob es sich elektrisiret hat; in diesem Falle, sagt er, sey die Elektricität bey 8 Fuß Höhe merklich worden. Findet er es aber nicht so, so hält er das Elektrometer mit ausgereckten Armen in die Höhe, und wiederhohlt das vorige Verfahren. Findet er hierbey Elektricität, so sagt er, die Elektricität sey bey 9 Fuß Höhe merklich worden. Bemerket er aber auch hier keine Elektricität, so hält er sein Elektrometer für den jetzigen elektrischen Zustand der Atmosphäre unzureichend, und bedienet sich alsdann der Bleykugel, um die Elektricität in den höhern Gegenden zu untersuchen.

Durch

Durch dieses Verfahren hat der Herr de Saussüre nach seiner Versicherung atmosphärische Elektricität gefunden, wovon 100 Fuß hohe Leiter nicht die geringste Spur gaben. Die Empfindlichkeit seines Elektrometers schrieb er einzig der vollkommenen Isolirung zu, welche bey feststehenden Leitern wegen der Feuchtigkeit der Luft so unvollkommen wird, daß sie vielmehr als wirkliche Leiter zu betrachten sind; ein so kleines Werkzeug hingegen beständig trocken erhalten werden kann.

Außer dem Gebrauche zur Untersuchung der Luftelektricität kann man auch dieses Elektrometer sehr vortheilhaft zu andern Absichten einrichten. So kann es die Stelle eines Condensators vertreten, wenn man es auf ein Stück Wachstaffet stellt, das rund um den Rand etwas übergehet. Die zu prüfenden Körper muß man aber alsdann nicht mit dem Haken a, sondern mit dem metallenen Boden in Berührung bringen. Diese Art des Condensators gewähret den Vortheil, daß man sogleich beym Niedersetzen gewahr wird, ob der Wachstaffet selbst eine eigenthümliche Elektricität besitzet, und von welcher Beschaffenheit dieselbe sey.

Auch läßt sich dieses Elektrometer zur Untersuchung der Güte eines Leiters gebrauchen. Bringt man es nämlich auf einen schlechten Leiter, z. B. auf trockenen Marmor, und elektrisiret den Haken zu wiederhohlten Mahlen, und berühret alsdann selbigen, so werden die Kugeln zusammengehen, und alle Elektricität wird vernichtet scheinen; hebt man aber das Elektrometer an dem nämlichen Haken in die Höhe, so wird man gewahr werden, daß die Kugeln wieder aus einander gehen, weil der schlechte Leiter mit dem Metallboden des Elektrometers eine Art von Elektrophor bildet. Wenn im Gegentheil der Körper, auf welchen das Elektrometer gestellet worden, ein guter Leiter ist, so wird bey Berührung des Hakens mit dem Finger alle Elektricität sogleich verloren gehen, und auch keine beym Aufheben des Elektrometers wieder zum Vorschein kommen.

Ferner kann man mit diesem Elektrometer die Elektricität der Haare, Kleider, Steine, Hölzer und verschiedener anderer

anderer Körper bemerklich machen. Man faßt es nämlich an dem metallenen Boden an, und thut mit dem Haken einen raschen Strich an dem zu prüfenden Körper, wobey die Kugeln sogleich aus einander gehen. Die Elektricität, welche der Haken dadurch erhält, ist die entgegengesetzte von der, welche der geriebene Körper hat. Ihre Beschaffenheit läßt sich nun leicht durch Anhalten einer geriebenen Siegellackstange erfahren.

Der Apparat des Herrn **Volta**, welchen er in seinen meteorologischen Briefen beschreibet, ist von dem des Herrn **de Saussüre** wenig verschieden: er gebrauchet nur statt der gläsernen Glocke sein Flaschenelektrometer mit Strohhalmen. M. s. den Artikel, **Elektrometer** (Th. II. S. 94.). Durch den Deckel der Flasche führt er ebenfalls, wie der Herr **de Saussüre**, einen Metalldraht, dessen Spitze er aber mit einer angezündeten Kerze oder einem angezündeten Schwefelfaden versiehet. Eine solche Flamme saugt die Elektricität mit ungemeiner Geschwindigkeit und Stärke ein, und ist nach Herrn **Volta** das wirksamste Mittel, ein Elektrometer gegen die geringsten Grade der Luftelektricität empfindlich zu machen. Wenn noch außerdem dieselbe in einer kleinen Verstärkungsflasche gesammelt, und alsdann durch den Condensator verdichtet wird, so bewirket sie leicht eine Divergenz von etlichen Graden, wenn gleich die Strohhalmen im einfachen Elektrometer ohne Lichtflamme nur um $\frac{1}{300}$ eines Grades divergiren. Uebrigens zeiget Herr **Volta** sehr umständlich die Vortheile, welche man durch den Gebrauch einer Lichtflamme an der Metallspitze bey den Beobachtungen erhalte. Denn 1) erlange der zuleitende Draht 2 bis 3 Mahl stärkere Zeichen der Elektricität, 2) finde man dadurch die Elektricität derjenigen Luftschichte, in welcher das Licht brennt, unmittelbar, 3) werde durch die Flamme ein dauernder elektrischer Zustand des Leiters bewirket: indem dadurch ein beständiger Luftzug entstehe, wodurch immer neue mit Elektricität beladene Luft statt der zersetzten zuströme, 4) sammle der Leiter mit der Lichtflamme so lange

ein

ein, bis er ganz mit der Luft im Gleichgewichte stehe; daher könne auch nie ein Irrthum über die positive oder negative Beschaffenheit der atmosphärischen Elektricität entstehen. Uebrigens beweiset er, daß die größere Divergenz der Strohhalme nicht etwa von einer eigenen Elektricität der Flamme herrühre, auch daß man von der Unbeständigkeit der Flamme nichts zu befürchten habe. Alle die Vorzüge sind dem Herrn **Volta** so wichtig, daß er behauptet, man könne die Lichtflamme bey seinen Beobachtungen gar nicht entbehren.

Der Herr **John Read** bediente sich zu seinen zu Knightsbridge angestellten Beobachtungen über die Luftelektricität eines eigenen stehenden Luftelektrometers. In einer gläsernen Säule von 22 Zoll Länge ist eine 20 Fuß lange, unten 2 Zoll und oben 1 Zoll im Durchmesser haltende Stange von Tannenholz eingekittet. Das andere Ende der gläsernen Säule steht in dem Loche eines hölzernen Fußes, welcher an dem Vordertheile eines in einer Mauer eingeschlagenen eisernen Armes steckt, und so das Ganze trägt. Ungefähr 13 Fuß über dem eisernen Arme ist noch ein hölzerner Arm in die Mauer befestiget, welcher eine starke Glasröhre senkrecht hält, durch welche die hölzerne Stange sanft hindurchgeschoben werden kann, um die Glassäule, welche die Stange hält, in das Loch des hölzernen Fußes einzulassen. Auf diese Weise wird die Stange 12 Zoll von der Mauer entfernet feste gehalten. Die Glasröhre ist da, wo sie von dem hölzernen Arme gehalten wird, mit einem Korkfutter versehen, damit die Stange, wenn sie vom Winde gebogen wird, die Röhre nicht berühren und zerbrechen könne.

Beyde die Glasröhre und Glascylinder sind mit Siegellack überzogen, und durch zinnerne Trichter vor dem Regen geschützt. Am obern Ende der Stange befinden sich mehrere scharf zugespitzte Drähte, wovon zwey von Kupfer sind, jeder $\frac{1}{8}$ Zoll dick, die um die Stange herum geflochten werden, und bis an die messingene Zwinge des untern zinnernen Trichters reichet; an diese Zwinge sind sie angelöthet, um ihre Berührung desto vollkommener zu machen.

In

In einer schicklichen Höhe vom Boden des Zimmers geht ein Loch durch die Wand, in welchem eine mit Siegellack überzogene gläserne Röhre steckt. Durch diese ist ein starker Messingdraht von der Stange ins Zimmer geführet, welcher durch eine gleich hinter dem Ende der Glasröhre befindliche zweyzöllige messingene Kugel geht, und hinter derselben noch etwas weiter sich erstreckt. An dem Ende dieses Messingdrahtes ist ein Korkkugelelektrometer aufgehängt, so daß es etwa 12 Zoll von der Wand entfernet ist. Außen an der Wand ist eine hölzerne Büchse angebracht, um die Glasröhre vor Feuchtigkeit zu schützen.

Zwey Zoll weit von der messingenen Kugel befindet sich eine Glocke, welche von einem starken Drahte gehalten wird. Dieser Draht geht ebenfalls durch ein Loch in der Mauer, und ist mit dem Boden in einer leitenden Verbindung. Zwischen der Glocke und Kugel ist noch ein metallenes Kügelchen von 0,3 Zoll im Durchmesser an einem seidenen Faden aufgehängt, welches als Klöppel bey hinlänglich starker Ladung der Stange dienet. Unter der Glocke und Kugel steht ein Tisch, auf welchen nöthiger elektrischer Apparat gesetzet werden kann.

Die ganze senkrechte Höhe von der feuchten Erde an bis zur äußersten Spitze der Stange ist 52 Fuß, welche er hernach noch um 9 Fuß erhöhete, und alle isolirende Theile unter die Dachung des Hauses brachte, indem er im September 1790 den ganzen Apparat im Freyen, ungeachtet der guten Isolirung, bey der feuchten Witterung unbrauchbar fand.

Auch fügt er noch die Bemerkung hinzu, daß er in dem untern nicht isolirten Theile des Apparats, nämlich in der metallischen Ableitung der Glocke nach dem feuchten Erdboden, jederzeit die entgegengesetzte Elektricität von derjenigen gefunden habe, welche der obere isolirte Theil, an welchem die Korkkugeln hängen, hatte.

Außer diesen eigenen Einrichtungen, gebrauchet man auch zu den Beobachtungen der Luftelektricität die Elektricitätszeiger, welche besonders ins Große zu Mannheim, Fulda

und Gotha errichtet sind, und ein jedes empfindliche Elektrometer. So bediente sich Herr **Lampadius** [α]) zu seinen Beobachtungen über die Luftelektricität des Blatgoldelektrometers. Er bemerket aber dabey, daß es durch die feuchte Luft in der Nacht oder in einem Zimmer viel von seiner Empfindlichkeit verliere. Daher trocknet er es allemahl vor dem Gebrauche entweder am Ofen oder an einem andern Feuer, reibt alsdann eine Siegellackstange von 8 Zoll auf einem 8 Zoll langen Stücke Wollenzeuge drey Mahl, und hält hierauf die Stange horizontal zwey Fuß hoch über das Elektrometer ohne alle Spitzen. Diese Siegellackstange muß in dieser Stellung an den Goldblättchen eine Divergenz von einer Linie bewirken, wenn es die gehörige Trockenheit haben soll. Zum Einsaugen der Elektricität gebrauchet Herr **Lampadius** den Dampf von brennendem Zunder, so wie Herr **Volta** die Lichtflamme. Dieser Dampf leitet die Elektricität selbst noch da, wo sie der Condensator nicht mehr angibt. Um die Leitung der Elektricität noch mehr zu vergrößern, kann man drey oder vier spitzige Leiter von einem Fuß Länge aufsetzen. Uebrigens hat man nicht zu befürchten, daß die hierbey beobachtete Elektricität etwa von der Verbrennung des Zunders herrühre; denn wenn man den Versuch nahe am Erdboden oder im Zimmer anstellet, so zeiget sich gar keine Spur von Elektricität.

Luftelektrophor. Diese sehr uneigentliche Benennung hat Herr **Joseph Weber** [β]) einer eigenen Einrichtung, die man als Elektrisirmaschine und Elektrophor zugleich gebrauchen kann, gegeben. Man spannt nämlich in einen etwa drey Schuh langen und zwey Schuh breiten hölzernen Rahmen Glanzleinwand, Wollenzeug, Tuch, Papier,

[α]) Versuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmosphäre, angestellt im Jahre 1792. nebst der Theorie der Luftelektricität nach den Grundsätzen des Herrn de Lüc. Berlin und Stett. 1793. 8. Cap. 1

[β]) Neue philosoph. Abhandl. der churbay. Akademie der Wissensch. B. I. 177?. imgl. Joseph Webers Abhandl. von dem Luftelektrophor 2te Aufl. Ulm 1779. 8.

pier, Leder u. dergl. erwärmt es alsdann und reibt die Fläche mit einem warmen Hasen- oder Katzenpelz, wodurch sie eine beträchtliche Elektricität erhält. Herr **Weber** befestiget diesen Rahmen in ein senkrecht stehendes Gestell, welches wie ein Hitzschirm an den warmen Ofen gestellet oder im Sommer der Sonnenhitze ausgesetzet werden kann. Hierauf setzt man an das Gestelle ein kleines Tischchen mit einem in eine gläserne Flasche gekitteten und umgebogenen metallenen Rohr, an dessen Ende sich eine gegen den Rahmen gekehrte Quaste von Metallfäden befindet. Dieses Rohr thut alle Dienste eines ersten Leiters, und man darf nur die Körper, welchen man Elektricität mittheilen will, durch einen isolirten Draht mit diesem Rohre verbinden. Auf solche Art thut diese Vorrichtung die Dienste einer Elektrisirmaschine. Die Wirkungen derselben sind stärker, als man vermuthen sollte, und besonders im Dunkeln zeigt sich das Licht sehr lebhaft.

Der Rahmen allein ohne Gestelle dient als Elektrophor. Man bringt nämlich denselben in eine horizontale Stellung, und unterstützt ihn so, daß das eingespannte Zeug bloß von der Luft berühret wird. Da nun die Elektricität der geriebenen Fläche negativ ist, so wird eine darauf gesetzte, berührte und wieder abgenommene Trommel positiv elektrisiret. M. s. **Elektrophor**. Hierbey muß aber das eingespannte Zeug ganz frey bleiben und bloß die Luft berühren. Die Ursache hiervon liegt darin, daß geriebene dünne Körper an jeder Fläche, an welcher sie anliegen, leicht kleben, und in diesem Zustande gar keine elektrische Erscheinungen zeigen. So klebt die geriebene Glanzleinwand an der Wand des Zimmers, und zeigt in diesem Zustande gar keine Elektricität. Erst nachher, wenn sie von der Wand losgerissen und frey in der Luft gehalten wird, gibt sie wieder elektrische Erscheinungen. Eben dieser Umstand hat Herrn **Weber** veranlasset, dieser Vorrichtung den Rahmen eines Luftelektrophors zu geben.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität B. I. Leipz. 1797. S. 384 u. f.

Lufterscheinungen s. **Meteore.**

Luftgattungen s. **Gas.**

Luftgütemesser s. **Eudiometer.**

Luftkreis, Dunstkreis, Dunstkugel, Atmosphäre der Erde (atmosphaera terrestris, atmosphère de la terre). Hierunter versteht man die gesammte die ganze Erde umgebende Luftmasse. Ihr Daseyn beweiset die Erfahrung, indem auf der ganzen Oberfläche der Erde, auch selbst auf den höchsten Bergen, wo Menschen hingekommen sind, Luft anzutreffen ist. Indessen macht die Luft nicht den einzigen Bestandtheil der Atmosphäre unserer Erde aus, vielmehr steigen in ihr unzählbare Substanzen auf, welche in ihren Mischungen und Verhältnissen unaufhörlich abgeändert werden. Dahin gehören besonders die Dünste, daher auch der Luftkreis den Nahmen des **Dunstkreises** oder der **Dunstkugel** erhalten hat. Wegen der Schwere der Luft ist die Atmosphäre mit der Erde unzertrennlich verbunden und folgt daher sowohl der täglichen als auch der jährlichen Bewegung derselben.

Auch wirkt die Atmosphäre, wie jede andere schwere und elastische flüssige Materie, auf die Oberfläche der Körper und auf die Erdfläche nach den Gesetzen des Drucks schwerer und elastischer flüssiger Materien. M. s. **Elasticität** (Th. I. S. 846 u. f.). Es ist also der gesammte Druck, den die Erdfläche von der Atmosphäre erleidet, dem Gewichte des ganzen Luftkreises gleich. Weil ferner flüssige schwere Materien nach allen möglichen Richtungen hin gleich stark drücken, so begreifet man leicht, warum selbst das dünnste Blatt Papier, wenn es frey in der Luft gehalten wird, ungeachtet das ganze Gewicht der obern Luft auf ihm liegt, nicht gekrümmt werden kann, weil es von allen Seiten mit Luft umgeben ist, und diese es so stark von unten nach oben als von oben nach unten drückt.

Wenn in der Atmosphäre einige Körper niederfallen, andere aber aufsteigen, so ist dieß ein Zeichen, daß die erstern specifisch schwerer die andern hingegen specifisch leichter sind

sind als die Luft. M. s. **Schwere, specifische.** So steigt der Rauch in der untern Luft auf wegen seiner geringern specifischen Schwere als die der untern Luft; sobald er aber in eine obere Luftschicht gekommen ist, die specifisch eben so schwer ist, so sieht man ihn nach einer horizontalen Richtung fortziehen. Weil sich aber auch bey uns die Atmosphäre in ihrer Dichtigkeit sehr oft und sehr merklich verändert, so sieht man auch öfters den Rauch niederfallen, anstatt in die Höhe zu steigen. Auf eine ähnliche Art, wie der Rauch in der Luft in horizontaler Richtung sich verbreitet, schwimmen auch die Wolken in der obern Luft, weil sie eigenthümlich leichter sind, als die untere Luft. Sie sind um desto höher über der Erde, je specifisch leichter sie sind, und befinden sich allezeit in einer Luftschicht, die mit ihnen eine gleiche specifische Schwere hat. Wenn wir daher einen Körper in der Luft wägen, so erfahren wir nie sein wahres Gewicht, indem ein jeder Körper in der ruhigen Luft so viel von seinem Gewichte verlieret, als die Luft wiegt, die er aus der Stelle treibt.

Ist der Druck der Atmosphäre von allen Seiten her nicht gleich stark, so wird nun nothwendig der stärkere Druck Wirkungen hervorbringen müssen, bis alles wieder ins Gleichgewicht gekommen ist. Dergleichen nimmt man täglich auch bey den gemeinsten Begebenheiten gewahr, wiewohl ihre wahre Ursache bis zur Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts unbekannt blieb. Hierher gehöret besonders das Phänomen des Saugens. In einer gemeinen Saugpumpe, deren Oeffnung in das Wasser eingesenket ist, folgt das Wasser wider die Natur seiner Schwere des genau anschließenden und in die Höhe gezogenen Kolbens, füllt den innern Raum der Pumpe mit Wasser an, und fließt zuletzt durch eine in die Höhe angebrachte Ausgußröhre zum anderweitigen Gebrauche wieder ab. Unstreitig ist die Ursache hiervon keine andere als diese: ist der genau anschließende Kolben bis zum Wasserpaß niedergedrückt, so steht nun vermöge hydrostatischer Gesetze das Wasser in der Saugröhre

eben so hoch als es außerhalb derselben sich befindet; wird aber der Kolben in der Röhre in die Höhe gezogen, so entstehet zwischen dem Kolben und dem Wasser ein luftleerer Raum, mithin wird auf dieser Seite der Druck der Atmosphäre gegen die Wasserfläche aufgehoben, und der Druck der Luft auf die äußere Wasserfläche erhält ein Uebergewicht, wodurch also nothwendig das Wasser in die Röhre hineingetrieben wird, und im luftleeren Raume aufsteigen muß. Dieser Erscheinung wegen hatte **Aristoteles** der Natur eine **Abneigung gegen den leeren Raum** beygeleget. Daraus erklärten überhaupt die Alten die Erscheinungen der Saugwerke, Heber und anderer hydraulischer Maschinen, wie man am besten aus der Schrift des **Herrn von Alexandrien** *) ersehen kann. Darin wird besonders der Luft und dem Wasser eine anziehende Kraft beygeleget, durch welche diese Körper vermögend seyn sollen, jeden leeren Raum zu füllen, und auch andere Körper nach sich zu ziehen. Daher auch ein Gefäß, aus welchem man die Luft sauge, an den Lippen hängen bleibe u. s. w. Durch den Grundsatz von der Abneigung der Natur gegen den leeren Raum suchten die scholastischen Physiker, wiewohl von verschiedenen mit einigen Abänderungen, sehr viele Naturbegebenheiten zu erklären. **Galilei** endlich entdeckte durch einen mißlungenen Versuch eines Gärtners zu Florenz, welcher in einer Saugpumpe das Wasser auf mehr als 18 Ellen heben wollte, daß die Gewalt, womit das Wasser in Saugpumpen gehoben werden konnte, eingeschränket sey, allein er schloß daraus nichts weiter, als daß die Abneigung der Natur gegen den leeren Raum sich nur auf gewisse Grenzen erstrecke. Nach der Entdeckung des Barometers aber kam auch sogleich **Torricelli** auf den Gedanken, daß alle diese aus der Abneigung der Natur gegen den leeren Raum erklärten Erscheinungen von dem Drucke der Atmosphäre herrührten, welches auch nachher von **Pascal** und **Cartesius** mit mehreren bestätiget wurde. M. s. **Barometer** (Th. I. S. 247 f.).

Um

*) Πνευματικῶν s. spiritalium liber ed. a Commandino. Paris. 1575. 4.

Um sich völlig zu überzeugen, daß der Druck der Atmosphäre, welcher eine Wassersäule von 30 bis 31 Fuß Höhe halten konnte, die alleinige Ursache dieses Phänomens sey, haben einige diesen Versuch selbst angestellet. Der erste, welcher ihn zu Stande brachte, war nach Schotts Nachricht [a]) Casper Bertus in Rom. Hausen [b]) in Leipzig gebrauchte hierzu starke messingene Röhren, welche an einander geschraubet wurden, bis sie die gehörige Länge erreichten. Zwischen diesen Röhren ward um die Schrauben nasses Leder geleget, um das Eindringen der Luft abzuhalten. Zu oberst ward eine starke gläserne Röhe angeschraubet, die oben wie eine Glocke gebildet war. Dieser Apparat befindet sich noch unter der Instrumentensammlung für die leipziger Universität. Es ist aber leicht zu begreifen, daß ein solcher beschwerlicher Versuch nie ganz vollkommen ausfallen kann, indem es auch bey aller möglichen Vorsicht fast nicht zu vermeiden ist, daß sich Luft in den obern Raum begebe, und außerdem ist die Dampfentwickelung auf keine Weise abzuhalten. Weit leichter und sicherer wird alles erfolgen, wenn man statt des Wassers Quecksilber nimmt; alsdann kann der Versuch mit einer gläsernen oben verschlossenen Röhre von etwa 30 Zoll Höhe gemacht werden, wie ihn auch schon jedes Barometer darstellet. Hierdurch wird nun nicht allein bewiesen, daß die Atmosphäre gegen die Erdfläche und die Oberfläche der Körper drücke, sondern es wird auch selbst die Größe des Drucks bestimmt angezeigt. Denn wenn in der Saugpumpe das Wasser nicht über 30 und etliche Fuß gehoben werden, und das Quecksilber in der Barometerhöhe nur auf 27 bis 29 Zoll steigen kann, so muß der Druck der Atmosphäre gerade so viel betragen, als der Druck einer Wassersäule von 30 und etliche Fuß, oder einer Quecksilbersäule von 27 bis 29 Zoll Höhe. Weiß man also, wie schwer ein Cubikfuß oder Cubikzoll Quecksilber nach demjenigen Maße sey, welches bey der Eintheilung der Barometerskale ge-

a) Mechan. hydral pneumat. p 308. (Herbipoli, 1657. 4).
b) Kästners Anfangsgründe der Aerometrie §. 31. Anmerk.

brauchet ist, so läßt es sich alsdann mit jeder beobachteten Barometerhöhe finden, wie stark die Luft auf jede angegebene Fläche drückt. Ein pariser Cubikfuß Quecksilber wiegt 980 pariser Pfund, also wiegt eine Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe auf 1 Quadratfuß 82 pariser Pfund, und eine Quecksilbersäule von 1 Linie Höhe auf eben der Grundfläche $6\frac{5}{6}$ Pfund. Bey der Barometerhöhe von 28 Zoll paris. Maß, wird folglich der Druck der Luft auf 1 Quadratfuß = 82 $\times$ 28 = 2296 Pfund seyn. Steigt das Barometer auf 28 Zoll und 1 Linie, so wird der Druck der Luft auf 1 Quadratfuß = 2296 + $6\frac{5}{6}$ = $2302\frac{5}{6}$ Pfund u. s. f. Setzt man nun die Oberfläche eines erwachsenen menschlichen Körpers auf 15 Quadratfuß, so ergibt sich, daß selbiger von der ihn umgebenden Luft bey 28 Zoll Barometerhöhe mit einer Kraft von 15 $\times$ 2296 = 34440 Pfund gedrückt werde. Daß der Mensch diesen starken Druck nicht empfindet, ist leicht zu begreifen: denn die Elasticität eines geringen Theils eingeschlossener Luft wirkt eben das, was der Druck der über ihn liegenden Atmosphäre wirkt. Da nun das Innere des menschlichen Körpers allenthalben mit Luft angefüllet ist, so drückt diese vermöge ihrer Elasticität von inwendig eben so stark, als die Atmosphäre von außen, so daß ein Druck den andern aufhebet. Eben so verhalten sich auch andere Körper, wenn der Druck der Luft auf selbige von allen Seiten her gleich ist. So kann z. B. die dünnste leere Flasche, wenn sie verstopft wird, durch den Druck der Atmosphäre nicht zerbrochen werden, indem die wenige Luft, die in ihr verschlossen ist, die Wände von innen eben so stark drückt, als die Atmosphäre von außen. Sobald hingegen der Druck der Atmosphäre auf Körper nur einseitig wirkt, so zeiget er sich auf der andern Seite auch augenblicklich. So hängt der Schröpfkopf an der Haut, ein Schlüssel an der Lippe, ein Trinkglas an einem platten Körper u. s. f. wenn man die inwendige Luft ausgesogen oder durch Erwärmung ausgetrieben hat. So wird ferner eine eckige gläserne Flasche von der Luft zerdrückt, wenn die inwendige Luft ausgepumpet wird u. s. f.

Es

Es ist bereits unter dem Artikel, **Luft**, angeführet worden, daß die Dichtigkeit und Elasticität der Luft nahe an der Erdfläche am größten sey, und bey jeder weitern Entfernung von derselben immer mehr abnehme. Die Erfahrung lehret, daß man bey dieser Abnahme der Dichtigkeit das Gesetz des Mariotte wenigstens bis an die Spitzen der höchsten Berge mit ziemlicher Sicherheit in Anwendung bringen kann. Diesem Gesetz gemäß nehmen die Dichtigkeiten der Luft in geometrischer Progression ab, wenn die Höhen der Stellen in arithmetischer Progression zunehmen. Setzt man nun hier, wie unter dem Artikel, **Höhenmessung, barometrische**, angegeben ist, mit den nämlichen Bedeutungen der Buchstaben $\nu = \frac{\mu y}{\alpha}$, mithin $\frac{\alpha}{y} = \frac{\mu}{\nu}$, und

$$\log. \frac{\alpha}{y} = \log. \mu - \log. \nu.$$

Daraus ergibt sich die Formel für die Höhe

$$x = \gamma . e (\log. \mu - \log. \nu).$$

Ist nun ν ein gewisser Theil von μ, z. E. der ϱte, so wird $\log. \mu - \log. \nu = \log. \varrho$ und $x = \gamma . e . \log. \varrho$. Die Größe $\gamma . e$ ist beständig, daher die Größe x wie der $\log. \varrho$ wächst, d. i. in arithmetischer Progression, wenn ϱ selbst in geometrischer wächst, oder wenn die Dichtigkeit ν in geometrischer Progression abnimmt. Für die Dichtigkeiten μ, $\frac{1}{2}\mu$, $\frac{1}{4}\mu$, $\frac{1}{8}\mu$, $\frac{1}{16}\mu$ u. s. gehören die Höhen 0, $\gamma . e . \log. 2$, $\gamma . e . \log. 4$, $\gamma . e . \log. 8$, $\gamma . e \log. 16$ u. s. Diese steigen in einer arithmetischen Progression, bey welcher der Unterschied der Glieder $\gamma . e . \log. 2$ ist. Nimmt man mit Herrn **de Lüc** $\gamma . e = 10000$ Toisen, wenn die Temperatur der Atmosphäre $= 16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. ist, so findet man

für die Dichtigkeiten μ, $\frac{1}{2}\mu$, $\frac{1}{4}\mu$, $\frac{1}{8}\mu$, $\frac{1}{16}\mu$ u. s.
die zugeh. Höhen 0, 3010, 6020, 12040, 24080 u. s. Tois.,

d. h. so oft man in der Atmosphäre um 3010 Toisen höher kömmt, so findet man die Luft nur halb so dicht, als unten,

und das Quecksilber im Barometer fällt während dieses Steigens um die Hälfte der anfänglichen Höhe.

Nach den Beobachtungen des Herrn **Gerstners**, von welchen bereits das Wesentlichste unter dem Artikel, **Höhenmessung, barometrische**, ist mitgetheilet worden, folgt, daß die Luft an der Erde dichter, in höhern Gegenden dünner ist, als sie es nach dem mariottischen Gesetze mit Rücksicht auf die Ausdehnung der Wärme seyn sollte. Diese Abnahme des specifischen Gewichtes der Luft in höhern Gegenden scheint nach Herrn **Gerstner** darin ihren Grund zu haben, daß die Atmosphäre ein Gemisch von mehreren an specifischen Gewichten verschiedenen Luftarten ist, mithin die schwereren Theile mehr zur Erdfläche herabsinken, die leichtern hingegen in die Höhe steigen.

Indessen ist es leicht zu begreifen, daß das mariottische Gesetz keinesweges bis an die äußersten Grenzen der Atmosphäre Statt finden könne; denn daselbst muß die Luft in ihrem natürlichen Zustande sich befinden, mithin weiter nicht zusammengedrückt seyn, und kann sich dieserwegen nicht weiter auszudehnen suchen; sie bleibt zwar immer elastisch, äußert aber nicht die geringste Elasticität, weil keine äußere Ursache sie dichter macht, als sie von Natur ist.

Wenn man voraussetzen könnte, daß die Luft durchaus einerley Dichtigkeit hätte, so würde man die Höhe der Atmosphäre sehr leicht bestimmen können; sie würde nämlich gefunden, wenn man die Barometerhöhe mit der Zahl multipliciret, welche anzeigt, wie vielmahl das Quecksilber schwerer als die Luft ist. Setzt man daher, wie unter dem Artikel, **Höhenmessung**, ist bestimmt worden, die Barometerhöhe am Horizonte $= a$, und die gedachte Zahl $= \frac{1}{\mu}$ so würde die Höhe der Atmosphäre $= \frac{a}{\mu} = \gamma$, d. h. gleich der Subtangente der daselbst angezeigten Formeln seyn. Nach **de Lüc** hätte also die Atmosphäre eine Höhe von 4342 Toisen.

Toisen. Da aber die Dichtigkeit der Luft in höhern Gegenden abnimmt, so muß die Höhe der Atmosphäre weit größer seyn. Man nimmt gemeiniglich an, daß sich die Luft nur bis auf einen gewissen Grad verdünnen lasse, bey welchem sie weiter keine Elasticität äußere, und sich daher im natürlichen Zustande befinde. So nimmt **Mariotte** [α]) selbst an, die Luft könne nicht über 4096 Mahl dünner als die an der Erdfläche werden, und bestimmt daraus nach einer Rechnung die Höhe der Atmosphäre auf 15 französische Meilen, jede zu 2000 Toisen.

Nach Herrn **de Lüc's** Vorschlage soll man die Grenze der Atmosphäre dahin setzen, wo die Luft eine Quecksilbersäule von einer geringen Höhe, z. B. einer Linie, zu tragen vermögend wäre. Setzt man also die untere Barometerhöhe $a = 27$ Zoll, und die Temperatur $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. so wird für diese Stelle

$$x = 10000 \log. 324 = 25105,45 \text{ Toisen},$$

oder $12\frac{1}{2}$ französ. Meilen. An dieser Stelle wäre die Luft 324 Mahl dünner als an der Erdfläche. Allein man ist im Stande, sie durch Hülfe einer guten Luftpumpe noch stärker zu verdünnen. Könnte die verdünnte Luft nur noch eine Quecksilbersäule von $\frac{1}{2}$ Linie Höhe tragen, da sie alsdann 648 Mahl dünner als an der Erdfläche wäre, so hätte man noch 3010 Toisen oder $1\frac{1}{2}$ französ. Meile höher zu steigen u. s. f. Zuletzt gibt Herr **de Lüc** die Höhe der Atmosphäre selbst auf $17\frac{1}{2}$ französ. Meilen an.

Herr **Hube** [β]) schätzt die Luft an ihrer äußersten Grenze ungefähr 1400 Mahl dünner als an der Erdfläche, indem man es auch mit den allerbesten und vollkommensten Luftpumpen noch nie habe dahin bringen können, die Luft mehr als 1400 Mahl zu verdünnen, und vielleicht habe man selbst diese Grenze noch nie erreichet. Man könne daher annehmen, daß eine solche verdünnte Luft sich wirklich im natürlichen

[α]) Essai sur la nature de l'air Paris 1676. 8.

[β]) Vollständ. und faßlich. Unterricht in der Naturlehre B. I. Leipz. 1793. 38 Brief S. 292.

türlichen Zustande befinde. Nimmt man daher die mittlere Höhe des Barometers am Ufer des Meeres 28 Zoll und nach der Beobachtung des Herrn **de Saussüre** die auf dem Montblanc, welcher über dem Meere auf 2257 Toisen erhaben ist, 16 Zoll, mithin ihr Verhältniß wie 28:16 = 7:4, so muß nach dem mariottischen Gesetze in einer doppelten Höhe des Montblanc die Dichtigkeit der Luft zu ihrer Dichtigkeit unten am Meere wie $2\frac{2}{7}:7$ oder fast wie 1:3 seyn. In der vierfachen Höhe ist sie wie 1:9, in der achtfachen wie 1:81 und in der vierzehnfachen wie 1:2187. Also muß in der 14 Mahl größern Höhe als die von 2257 Toisen ist, die Atmosphäre schon mehr als 2000 Mahl dünner seyn, als unten an der Erde. Rechnet man nun auf die Meile 3800 Toisen, so macht die doppelte Höhe des Montblanc ziemlich genau $\frac{4}{3}\frac{5}{8}$ einer Meile aus. Nimmt man daher diese Höhe sieben, also die Höhe des Montblanc 14 Mahl, so erhält man an $8\frac{1}{3}$ Meile. Hieraus erhellet, daß die ganze Höhe der Atmosphäre unserer Erde wahrscheinlich keine 8 geographische Meilen betrage.

Man sieht leicht ein, daß alle diese Bestimmungen keine genauen Resultate gewähren, weil es immer noch ungewiß bleibt, ob nicht die Luft eine Fähigkeit behalte, eine weit beträchtlichere Verdünnung zu erleiden, als angenommen wird. Wenigstens kann nach der dynamischen Lehrart die ausdehnende Kraft so klein als man will gedacht werden. Im Gegentheil ist es aber auch möglich, daß durch die anziehende Kraft der Erde die Luft an der äußersten Grenze der Atmosphäre beym Statt findenden Gleichgewichte eine beträchtlich ausdehnende Kraft besitzen könne.

Außer diesen Methoden, die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen, gibt es noch eine ältere, welche schon **Alhazen** *) vorgetragen hat, und die sich auf die Theorie der Dämmerung gründet. Es sey (fig. 57.) l b a für den Ort a der Horizont und es komme der letzte Strahl der Sonne b a beym Ende der Dämmerung dem Beobachter in a ins Auge, so

*) De crepusculis propos. vlt. in *Risneri* thes. opt. Basil. 1572. fol.

so findet sich bereits die Sonne schon 18° unter dem Horizonte lba. M. s. **Dämmerung** (Th. I. S. 631.). Der letzte Strahl der Sonne trift also den Horizont lba unter dem Winkel lbf = 18°, und wird von der Luft bey b nach a reflektiret, so daß fbc = cba. Man hat daher cba = $\frac{1}{2}$ abf = $\frac{1}{2}$ (180° — fbl) = 90° — $\frac{1}{2}$ fbl, und den Winkel c = 90° — cba = $\frac{1}{2}$ fbl = 9°. Daraus ergibt sich in dem rechtwinkligen Dreyecke aeb

bc : ca = sec. 9° : sin. tot. = sec. 9° : 1

und der Unterschied zwischen cb und ca oder die Höhe der Atmosphäre = cb — ca = db = ca (sec. 9° — 1) = 0,0124625. ca, d. i. beynahe $\frac{1}{80}$. ca. Setzt man den Halbmesser der Erde ca nach **Picard** 3269200 Toisen, so beträgt die Höhe der Atmosphäre ungefähr $\frac{3269300}{80}$ = 40865 Toisen oder 20$\frac{2}{5}$ französ. Meilen.

Kepler erinnert dagegen mit Recht, daß man auch auf die Brechung der Lichtstrahlen la und fb sehen müsse. Nach seiner Rechnung, die er hierüber angestellet hat, findet er die Höhe der Atmosphäre 10 Meilen, welche er aber verwirft, weil er sich einbildet, die Luft könne sich nur bis zu einer Höhe von einer halben Meile erstrecken. **Halley** [α]) zeigt durch einen Beweis, daß man den Winkel c wegen der Strahlenbrechung um $\frac{1}{2}$ Grad vermindern müsse. Dadurch wird

db = cb — ca = ca (sec. 8$\frac{1}{2}$° — 1) = 0,111061. ca

oder nahe $\frac{1}{90}$. ca, woraus sich die Höhe der Atmosphäre = $\frac{3269200}{90}$ = 36435 Toisen oder 18$\frac{1}{5}$ französ. Meilen ergibt.

Nach **de la Hire** [β]) muß man von dem ganzen Sehungsbogen (80°) die Brechung im Horizonte (32′) und den Sonnenhalbmesser (16′) abziehen (letzteren dieserwegen, weil der Strahl nicht vom Mittelpunkte, sondern vom obern Rande

α) Philosoph. transact. n. 181.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1713. p. 54.

Rande der Sonne herkomme). Diesemnach nimmt er den Winkel c = 8° 36′, und findet bey der Voraussetzung, daß die Strahlen fb und la gerade Linien sind, die Höhe der Atmosphäre = 37223 Toisen. Nachher stellte er aber auch Untersuchungen bey der Voraussetzung der Strahlen fb und la als krumme Linien an, und schließt zuletzt, daß die Höhe der Atmosphäre zwischen 32501 und 37223 Toisen enthalten sey.

Dieser Methode zufolge würde also die Höhe der Atmosphäre, so weit sie das Licht zurückwirft, nach Halley 18 $\frac{1}{5}$ und nach **de la Hire** 18 $\frac{2}{5}$ französ. Meilen betragen, welches etwas über 8 geographische Meilen ausmacht.

Die Erscheinungen, welche das Nordlicht gewähret, haben den Herrn **von Mairan** [α]) veranlasset zu glauben, daß die Höhe der Atmosphäre über 200 bis 300 französ. Meilen betrage. Nimmt man aber das Nordlicht als eine elektrische Erscheinung an, so würde daraus, wenn auch diese Bestimmung für dieses Phänomen an sich richtig wäre, doch nichts für die Atmosphäre folgen, weil auch elektrische Erscheinungen im luftleeren Raume Statt finden könnten.

Dem Herrn **de la Metherie** [β]) ist es wahrscheinlich, daß die Ausdehnung der atmosphärischen Luft in den obern Lagen weit beträchtlicher sey, als man sie gemeiniglich annehme, ob es gleich beym ersten Anblick scheinen könnte, daß sie der ungemein heftigen Kälte wegen, die in diesen Regionen Statt finde, weniger beträchtlich seyn müsse. Wir bemerkten augenscheinlich, daß es nicht möglich sey, eine fast unmerkliche Leere unter der Glocke einer Luftpumpe hervorzubringen, weil die Luft sich so sehr ausdehnen lasse, daß sie, wenn wir die Verdünnung derselben so weit als möglich getrieben hätten, einen Raum einnehme, von dem wir gar keine Kenntniß hätten. Sie müsse also in den entferntesten Lagen der Erdatmosphäre eine ähnliche Ausdehnbarkeit besitzen, und dieser Umstand müsse machen, daß sich der Dunstkreis viel weiter erstrecke, als man gemeiniglich einigen Erscheinungen

nungen

α) Traité de l'aurore boréale sect. II. chap. 3.
β) Theorie der Erde Th. I. Leipz. 1797. 8. aus d. Französ. S. 173

nungen zufolge annehme. Vielleicht erstrecke sie sich mehrere tausend Meilen weit, indessen müsse sie in dieser Höhe außerordentlich dünne seyn.

Bey alle diesen Bemühungen sieht man doch hinlänglich, daß dieser Punkt bey weitem noch nicht aufs Reine gebracht ist.

Was die Gestalt der Erdatmosphäre betrifft, so muß sie ein Sphäroid seyn, welches unter dem Aequator sehr erhaben ist, 1) wegen der ununterbrochenen Schwungkraft und 2) weil die Sonnenstrahlen an diesem Orte eine große Verdünnung verursachen. Außerdem aber entstehen in verschiedenen Höhen der Luft über der Erdfläche mancherley lokale und periodische Veränderungen. Besonders wirket der Mond auf die Atmosphäre eben so wie auf das Wasser, und bringt in derselben eine Art von Ebbe und Fluth hervor. Untersuchungen über die vom Monde bewirkte Ebbe und Fluth in der Erdatmosphäre hat Herr **d'Alembert** *) angestellt. Eine ähnliche, wiewohl schwächere Wirkung thut auch die Sonne. Welchen Einfluß dergleichen Veränderungen auf den Stand des Barometers haben können, s. m. in dem Artikel, **Barometerveränderungen** (Th. I. S. 304).

Die Atmosphäre erscheinet uns als ein blaues Gewölbe, welches bald mehr bald weniger durchsichtig ist. M. s. **Himmel.**

Uebrigens ist unsere Erdatmosphäre ein Raum, in welchem die Natur Operationen bewirket, die bey aller unserer Aufmerksamkeit bey weitem noch nicht hinlänglich haben erkläret werden können. M. s. **Meteore, Meteorologie.**

Noch ist **de la Metherie** der Meinung, daß die Erdatmosphäre nach der Bildung der ursprünglichen Erdlagen weit beträchtlicher gewesen wäre, als sie heutzutage sey. Denn seit diesem Zeitraume habe sich eine außerdentlich große Menge der verschiedenen Luftarten, woraus sie bestehe, davon abgeschieden, und diese Lüfte haben sich verdichtet, und so die neuern Lagen der Erde gebildet. Eben diese Luftarten haben auch 1) zur Entstehung und Bildung der Pflan-

zen

*) Réflexions sur la cause générale des vents. Berlin 1747. 4.

zen und Thiere, deren Ueberreste einen Bestandtheil der Kalklagen, der Erdharze und der gegrabenen Hölzer ausmachen, und 2) zur Bildung der verschiedenen salzigen Substanzen, oder Säuren und Alkalien, die sich in diesen neuern Erdlagen finden, beygetragen, besonders habe die Luftsäure, welche so häufig in diesen Lagen angetroffen wird, an der Entstehung dieser salzigen Körper vielen Antheil; 3) auch der Schwefel, der Phosphor und die metallischen Substanzen, in welche wahrscheinlich verschiedene Luftarten übergehen, und 4) die neuen Erden, welche durch die Lebenskräfte der organisirten Wesen hervorgebracht werden, mit welchen es ebenfalls der Wahrscheinlichkeit nach dieselbe Bewandniß habe, verdanken der Atmosphäre ihre Entstehung, und die Luftmasse, aus der sie bestehe, müsse also nach und nach sehr abgenommen haben. Da also die Atmosphäre anfänglich eine weit beträchtlichere Höhe als jetzt gehabt habe, so hätten auch ihre unteren Lagen damahls dichter seyn müssen, als sie jetzt sind, weil sie durch eine weit höhere Luftsäule wären zusammengedruckt worden.

M. s. **Lulofs** Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel aus dem Holländ. durch **Kästner** Th. I. Cap. 19. **Torb. Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel a. d. Schwed. durch **Röhl.** B. II. 4te Abtheil. **de la Metherie** Theorie der Erde Th. I. aus dem Französ. durch **Eschenbach** §. 70 u. f.

Luftpumpe (antlia pneumatica, machine pneumatique, machine du vuide). Im Allgemeinen versteht man darunter eine mechanische Anordnung, die in einem eingeschlossenen Raume befindliche Luft auf eine bequeme Art entweder zu verdünnen, oder noch mehr zu verdichten. In diesem Verstande, in welchem die Luftpumpen auch die Compressionsmaschinen unter sich begreifen, werden sie in **Saug-** und **Druckpumpen** eingetheilet. In einem etwas eingeschränktern Sinne versteht man unter der Luftpumpe bloß die Saugpumpe, welche dienen soll, den mit Luft eingeschlossenen Raum so sehr zu verdünnen, daß man

ihn

ihn als luftleer betrachten kann. Man ist zwar nicht im Stande, den eingeschlossenen Raum völlig von Luft zu befreyen oder ihn ganz luftleer zu machen; bey einer vollkommen gut eingerichteten Luftpumpe aber läßt sich doch das Auspumpen so weit treiben, daß die Elasticität der zurückgebliebenen Luft beynahe als Null anzusehen ist.

Das Wesentliche einer Luftpumpe besteht aus einem hohlen hinlänglich starken metallenen Cylinder (fig. 50.) abcd, oder dem sogenannten **Stiefel**, welcher inwendig so genau als möglich von gleich weitem Durchmesser ist, und in welchem ein genau passender **Stempel** eg durch die Zugstange gh bequem auf- und niedergezogen werden kann. In den Boden des Stiefels geht eine Röhre fk, mit welcher ein Gefäß A verbunden ist, aus welchem die Luft ausgepumpet werden soll. Wird nun der Stempel eg vom Boden ba des Stiefels in die Höhe gezogen, so tritt die Luft aus dem Gefäße A durch die Röhre in den Stiefel, und wird folglich in selbigem verdünnt. Beym Zurückstoßen des Stempels muß nun die Einrichtung so getroffen werden, daß die Luft nicht wieder in das Gefäß A treten, sondern einen Ausweg finden könne. Ist dieß geschehen, und es wird der Stempel von neuem in die Höhe gezogen, so wird abermahls die Luft in dem Gefäße A in den Stiefel treten, und auf solche Art bey wiederhohlter Arbeit immer mehr und mehr verdünnet werden.

Um beym Zurückstoßen des Stempels die in den Stiefel getretene Luft zu nöthigen, einen andern Ausweg zu finden, und zu verhindern, daß sie nicht wieder in den Raum A treten könne, dient entweder ein **Hahn** k in der am Boden des Stiefels befindlichen Röhre, oder es sind **Ventile** angebracht.

Ein Hahn ist ein gewöhnlich metallener Körper, von der Gestalt eines abgekürzten Kegels, welcher in die Oeffnung, in die er paßt, eingeschlossen ist. Ein solcher Hahn ist doppelt durchbort, einmahl der Quere, um eine innere Communication des Gefäßes A durch die Röhre mit dem innern

Raume des Stiefels zu haben, das anderemahl aber an der Seite, um eine Gemeinschaft der äußern atmosphärischen Luft mit dem Raume des Stiefels zu erhalten. Hat nun der Hahn die erste Stellung, so wird beym Auszuge des Stempels die in A befindliche Luft in den Stiefel treten können; dreht man hierauf den Hahn in die andere Stellung, so ist der Weg aus A in den Stiefel verschlossen, und die in den Stiefel getretene Luft kann durch den Rückzug des Stempels in die freye Luft geschafft werden.

Ventile oder Klappen (ventilia, soupapes) sind Einrichtungen, wodurch eine Oeffnung also verschlossen werden kann, daß eine flüssige Materie durch selbige nach einer Richtung hindurchgehen kann, sich selbst aber den Rückweg verschließen muß. Die einfachsten Klappen sind lederne Deckel, welche auf einem Ringe an der Oeffnung aufliegen, und vermittelst eines Charniers auf- und zu beweget werden können. Wenn nun die flüssige Materie nach der einen Richtung fortgetrieben ist, so stößt sie sich selbst den Deckel auf; will sie hingegen wieder zurück, so verschließt sie selbst durch ihren Druck auf den Deckel die Oeffnung. Dergleichen Klappen sind vorzüglich brauchbar beym Wasser. M. s. **Pumpen**. Brauchbarer für die Luft sind die Blasenventile: es liegt nämlich über der Oeffnung ein metallener Ring (fig. 58.) hefg, welcher in der Mitte das Loch k hat, über welches ein Stück nasse Blase abcd gespannt, und bey a, b, c, d an den Ring so befestiget wird, daß es durch eine geringe Kraft in die Höhe gehoben werden kann. Wenn nun die Luft aus der Oeffnung k gegen die Blase drückt, so hebt sich diese ein wenig auf, wodurch der Luft zwischen der Blase und dem Ringe ein Ausweg verschaft wird; will sie aber den Rückweg nehmen, so wird durch den Druck der Luft die Blase an den Ring angepreßt, und zugleich in die Oeffnung k etwas hineinwärts getrieben, wodurch also eine völlige Verschließung derselben Statt findet. Dergleichen Ventile müssen an der Luftpumpe zwey angebracht seyn, eine im Boden des Stiefels und das andere in dem Stempel

di

die sich beyde aufwärts öffnen. Wird nämlich alsdann der Stempel an der Zugstange vom Boden des Stiefels in die Höhe gezogen, so öffnet sich die in A (fig. 50.) ausdehnende Luft das Bodenventil f und tritt in den Raum des Cylinders; beym Zurückstoßen des Stempels hingegen kann die Luft nicht wieder zurück, muß folglich vermöge ihres Drucks das Ventil im Stempel öffnen, und wird auf diese Weise beym nachmahligen Ausziehen des Stempels in die atmosphärische Luft getrieben.

Hiernach theilen sich die Luftpumpen in solche **mit Hähnen** und in solche **mit Ventilen**. Beyde Arten haben ihre eigenen Vorzüge, aber auch ihre eigenen Fehler. Luftpumpen mit Hähnen gewähren vorzüglich mit weit mehr Vollkommenheit den Vortheil, daß sie auch als Druckpumpen oder Compressionsmaschinen zur Verdichtung der Luft im eingeschlossenen Raume zu gebrauchen sind. Bringt man nämlich vor dem Auszuge des Stempels den Hahn in die Stellung, daß der innere Raum des Stiefels mit der äußern Luft in Verbindung steht, so wird sich alsdann, wenn der Stempel ausgezogen wird, der Raum des Stiefels mit äußerer Luft anfüllen, verändert man hiernächst die Stellung des Hahnes so, daß nun der Stiefel mit dem Gefäße in Verbindung ist, so wird beym Hineintreten des Stempels die Luft ins Gefäß gepreßt. Gebrauchet man eine Luftpumpe mit Hahn als Saugpumpe, so hat sie vor der Luftpumpe mit Ventilen besonders dieß zum voraus, daß die Luft bey jener schon einen offenen Weg findet, bey dieser aber erst einen sich öffnen muß, wozu sie zuletzt bey sehr starker Verdünnung nicht mehr Kraft genug hat.

Der einzige und besonders zu beherzigende Fehler bey den Luftpumpen mit Hähnen ist dieser, daß sich zwischen dem Hahne und dem Stempel immer ein kleiner Raum befindet, in welchem Luft von gleicher Dichtigkeit mit der äußern sitzen bleibet. Diese Luft verbreitet sich beym Auszuge des Stempels zugleich mit durch das Gefäß und den Stiefel, vermindert die Verdünnung, und ist daher dem ei-

 gentli-

gentlichen Zwecke entgegen. Es ist nicht leicht, diesen schädlichen Raum (spatium noxium) zwischen Hahn und Stempel wegzubringen, obgleich verschiedene Vorschläge hierzu sind gethan worden.

Statt das Gefäß A unmittelbar an die Röhre zu schrauben, wird gewöhnlich die Röhre vertikal aufwärts gebogen, und das Ende derselben mit einem in der Mitte durchborten horizontalliegenden messingenen Teller verbunden. Auf diesen Teller werden gläserne Glocken gestellet, so daß zwischen dem Rande derselben und dem Teller keine Luft hindurch kann. Zu dieser Absicht wird entweder ein nasses Leder auf den Teller geleget, und auf selbiges die Glocke gestellet, oder noch besser, es wird die Glocke auf den matt geschliffenen Teller mit etwas Baumöl angeschlossen.

Das bisher Angeführte ist das Wesentlichste aller Luftpumpen. Außerdem aber hat man bey denselben mancherley mechanische Anordnungen angebracht, um den Stempel in dem Stiefel bequemer auf- und nieder zu bewegen, und eben auf die Verschiedenheit des angebrachten Mechanismus gründen sich die verschiedenen Arten von Luftpumpen, von welchen bald mit mehreren geredet werden soll.

Wenn der Hahn (fig. 50.) k unmittelbar am Boden des Stiefels anschließet, und der innere Raum der Glocke mit dem Raume der Röhre bis an den Hahn zusammen = v, und der inwendige Raum des Cylinders bis an den zurückgezogenen Stempel = V, so wird sich nach dem ersten Auszuge des Stempels die in der Glocke befindliche Luft in den Raum v + V ausbreiten, und folglich die Dichtigkeit $\frac{v}{v + V}$ erhalten, wenn die anfängliche Dichtigkeit = 1 angenommen wird. Beym zweyten Stempelzuge wird die zurückgebliebene Luft in eben dem Verhältnisse wieder verdünnt, mithin erhält sie die Dichtigkeit $= \left(\frac{v}{v + V}\right)$ un[d]

ind nach n Auszügen bleibt ihr die Dichtigkeit $= \left(\frac{v}{v+V}\right)^n$. Es sey z. B. $v = V$, mithin $v + V = 2v$, und $n = 8$, o wird die Luft nach 8 Mahl Auspumpen auf die Dichtigkeit $(\frac{1}{2})^8 = \frac{1}{256}$ gebracht, oder 256 Mahl verdünnt seyn. Diese Formel gibt zugleich zu erkennen, daß die Luft nie ganz leer ausgepumpet werden könne, weil der Ausdruck $\left(\frac{v}{v+V}\right)^n$ nie $= 0$ werden kann. Setzt man diese Formel $= x$, so hat man $\log. x = n . \log. \frac{v}{v+V}$; mithin $n = \log. x : \log. \frac{v}{v+V}$. Ist daher der innere Raum der Glocke, der Röhre und des Stiefels bekannt, so läßt sich auch daraus finden, wie viel Mahl das Auspumpen geschehen müsse, damit die Luft in einem gegebenen Verhältnisse verdünnt werde. Soll z. B. die Luft unter der Glocke 256 Mahl verdünnt werden, und man setzt $v = V$, so hat man $x = \frac{1}{256}$ und $\frac{v}{v+V} = \frac{1}{2}$, und $n = \log. \frac{1}{256} : \log. \frac{1}{2} = \frac{\log. 256}{\log. 2} = \frac{2{,}4082400}{0{,}3010300} = 8$; mithin sind 8 Auspumpungen nöthig. Man sieht bey dieser Berechnung leicht, daß die angenommenen Voraussetzungen wohl nicht alle zutreffen können, daß folglich bey der Ausübung Abweichungen von dieser Regel Statt finden müssen. Von allen diesen und überhaupt von der Berechnung des Effekts und der mechanischen Anordnung verschiedener Arten von Luftpumpen wird man hinlänglichen Unterricht beym **Karsten** *) finden.

Nachdem es vorzüglich durch Erfindung des Barometers bewiesen war, daß es möglich sey, luftleere Räume hervorzubringen, so bemüheten sich die Mitglieder der Akademie

*) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. VI. Pneumat. 4. und 6. Abschn.

demie zu Florenz Versuche im luftleeren Raume vermittelst der torricellischen Röhre anzustellen. Um aber hierzu einen hinlänglich großen luftleeren Raum zu erhalten, wurde das verschlossene Ende der Röhre in Gestalt einer Kugel oder einer Phiale aufgeblasen, hierauf alles mit Quecksilber angefüllet, und das offene Ende wie bey der torricellischen Röhre in ein Gefäß mit Quecksilber gestellet.

Dieser sehr unbequemen Art, im luftleeren Raume Versuche anzustellen, wurde durch die Erfindung der Luftpumpe abgeholfen, welche **Otto von Guerike**, Rath und Bürgermeister zu Magdeburg um das Jahr 1650 machte. Die erste Einrichtung dieser Luftpumpe ist folgende: der metallene Cylinder (fig. 59.) a b ist unten in a c umgebogen, um in selbigen bey c einen gläsernen Recipienten d einzusetzen, und luftdicht zu verschließen. Am Halse des Recipienten befindet sich bey e ein Hahn, welchen man verschließen kann, damit man den von Luft befreyeten Recipienten von der Pumpe abnehmen und anderweitige Versuche damit anstellen könne. Bey g ist eine mit einem Ventil versehene Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Recipienten in den Cylinder hineintritt, wenn der Kolben i vermittelst der Zugstange i k von a gegen b fortgezogen wird. Etwas höher bey h ist eine andere mit einem Ventil versehene Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Cylinder heraus in die freye Luft tritt, wenn der Rückzug des Stempels gemacht wird. Um das Eindringen der äußern Luft beym Hahne e und bey der Stelle c mit desto größerer Sicherheit abzuhalten, setzte **Guerike** die Pumpe beym wirklichen Gebrauch in ein Gefäß n o p q, welches so hoch mit Wasser angefüllet war, daß der ganze Hals des Recipienten nebst dem Hahne e damit bedecket wurde. Am Querriegel l m der Zugstange wurde der Stempel von zwey Personen aus- und eingezogen; auch wurden wohl an m und l Seile angebunden, damit im nöthigen Falle eine oder zwey andere Personen angreifen konnten, wenn die Arbeit zuletzt bey starker Verdünnung der Luft in den Recipienten sehr beschwerlich ward.

Mit

Mit Hülfe dieser ersten Einrichtung war **Guerike** im Stande, eine hohle Kugel, wiewohl mit Mühe, ziemlich luftleer zu machen. Diese Versuche, welche er hiermit anstellte, dienten vornehmlich, die Schwere und Elasticität der Luft zu beweisen, und solche Erscheinungen in der Natur zu erklären, welche von der Elasticität der Luft abhängen. Diese zur damahligen Zeit sehr merkwürdigen Versuche wurden bald bekannt, und er selbst machte sie im Jahre 1654 öffentlich zu Regensburg in Gegenwart des Kaisers **Ferdinands III** und mehrerer deutschen Reichsfürsten. Der Churfürst von Maynz und Bischoff zu Würzburg, **Johann Philipp**, bekam von ihm eine solche Luftpumpe, welche von **Caspar Schott** [α]) zuerst ist beschrieben worden.

Aus **Schotts** Schrift lernte **Robert Boyle** in England die guerikische Luftpumpe kennen. Die daran entdeckten Mängel suchte er mit **D. Hook** zu verbessern, und brachte endlich eine Luftpumpe zu Stande, deren Einrichtung nebst den damit angestellten Versuchen er bereits im Jahre 1659 bekannt machte [β]). Auf einem hinlänglich festen Fußgestelle (fig. 60.) c d war der Cylinder a b in vertikaler Stellung befestiget, und der eingekittete Recipient h mit einem metallenen Deckel l m, in welchem ein eingeschliffener Stöpsel n o sich befand, versehen. Seitwärts dieses Stöpsels ist unten am Deckel ein Haken p angebracht, und wenn man unten am Stöpsel bey o einen Faden befestiget, welcher über den Haken p lieget, so kann man die im Recipienten befindlichen Sachen, die ebenfalls am Faden befestiget sind, in verdünnter Luft durch Umdrehung des Stöpsels von der Stelle bewegen, indem sich alsdann der Faden aufwickelt. Der Stempel wird von unten in den Cylinder gesteckt, und an einer gezahnten Stange e, welche in das Getriebe f eingreift, durch die Kurbel g auf- und niedergewunden.

α) Mechanica hydraulico-pnevmat. Herbipol. 1657. 4. in append. unter dem Titel: experimentum nouum Magdeburgicum.

β) New experiments physico-mechanical, touching the spring and weight of the air. Oxford 1669. und latein. nova experimenta physico-mechan. de vi aëris elastica; in opp. Tom. I.

wunden. Bey diesem angebrachten Mechanismus, welcher die sogenannte Fuhrmannswinde nachahmet, kann eine einzige Person den Stempel mit geringer Kraft auf- und niederbewegen. Am obern Theile des Cylinders befindet sich ein Loch mit einem kleinen eingeschliffenen metallenen Stöpsel. Oeffnet man nun den Hahn i und windet den Stempel abwärts, so tritt die Luft aus dem Recipienten in den Cylinder hinein; verschließt man hiernächst den Hahn, und öffnet das Loch k, so wird beym Einwinden des Stempels diese in Cylinder getretene Luft ins Zimmer getrieben.

Diese boylische Luftpumpe kann auch als Compressionsmaschine gebrauchet werden. In diesem Falle wird nämlich beym Herauswinden des Stempels das Loch k geöffnet, beym Einwinden hingegen verschlossen und der Hahn i geöffnet. Die Vortheile, welche diese Maschine vor der guerikschen voraus hat, bestehen vorzüglich darin, daß eine ungleich geringere Kraft zum Aus- und Einwinden des Stempels nöthig ist, und daß Körper in den Recipienten weit leichter gebracht werden können. Uebrigens wurde Boyle von seinen Landesleuten für den Erfinder der Luftpumpe gehalten, und dieserwegen auch der durch die Luftpumpe bewirkte luftleere Raum die **boylische Leere** (vacuum boylianum) genannt, welche eigentlich die **guerikische Leere** heißen sollte. **Boyle** selbst aber gesteht Gueriken die Erfindung mit vielem Lobe zu.

An dieser boylischen Luftpumpe setzt doch Guerike aus, daß durch den angebrachten Mechanismus zu viele Zeit verloren gehe, und daß sie nicht vollkommen luftdicht sey. Dieß letztere sieht selbst **Boyle** als die größte Schwierigkeit an, um eine vollkommene Luftpumpe zu verfertigen. **Guerike** gebrauchte das Wasser als das vornehmste Hülfsmittel, die Luft abzuhalten, und er war im Stande, die Verdünnung der Luft viel weiter zu treiben, als **Boyle** bey seinen ersten Versuchen thun konnte. Noch ehe Otto von Guerike einige Nachricht von der boylischen Luftpumpe erhalten hatte, verfiel er auf eine andere Einrichtung, wobey er

theils

theils die Erleichterung der Arbeit, theils eine so viel möglich vollkommene Ausschließung aller äußern Luft zur Absicht hatte. Die Einrichtung dieser Luftpumpe entsprach zwar dem Zwecke, welchen sich Guerike vorgesetzet hatte, allein sie war auch äußerst beschwerlich, weil zwey über einander gelegene Zimmer dazu erfordert wurden. Dieß sahe selbst Otto von Guerike gar bald ein, und verfiel daher auf eine andere weit einfachere Einrichtung, welche der boylischen ähnlich ist; nur wird die Bewegung des Stempels nicht durch eine Kurbel mit Getriebe, sondern durch einen Hebel bewerkstelliget. An der Stelle, wo der Hals des Recipienten in den Stiefel eingekittet ist, befindet sich ein Gefäß, um durch hineingegossenes Wasser die Luft von dieser Seite und von dem Hahne abzuhalten. Guerike beschreibt alle diese Erfindungen und die damit angestellten Versuche in einer Schrift, die er bereits nach seinem Berichte in der Vorrede am 14ten März 1663 ausgearbeitet hatte, aber erst später herauskam [α]).

In Deutschland behielten die Liebhaber der Naturlehre die erste und einfachste Einrichtung der guerikischen Luftpumpe noch eine ziemliche Zeit bey. Dahingegen die Engländer sich der boylischen bedienten. **Joh. Christ. Sturms** [β]) Luftpumpe kömmt in der Hauptsache mit Guerikens erster Pumpe überein, nur ist das Ventil h (fig. 59.), durch welches die Luft aus dem Cylinder heraustreten muß, nicht im Cylinder selbst, sondern im Stempel angebracht; die Stempelstange ist hohl, und oben nicht weit von der Querstange lm eine kleine Oeffnung befindlich, wodurch die Luft beym Rückzuge des Stempels heraustritt.

Eine vorzügliche Verbesserung erhielt die boylische Luftpumpe durch den französischen Arzt, **Dionysius Papin** [γ]).

 Dieser

α) Experimenta noua Magdeburgica de vacuo spatio. Amst. 1672. fol. lib. III. cap. 2. sqq.
β) Collegium curiosum. Norimb. 1676. 4. tentam. XIII. pag. 100. sqq.
γ) Nouvelles expériences du vuide. Paris 1675. und verschied. verbessert in A continuation of the new Digester of Bones. Lond. 1687. 4. auch acta eruditor. Lips. 1687. mens. Jun. p. 324. sqq.

Dieser verwarf ebenfalls wegen der langsamen Bewegung die Winde, und sezte an deren Stelle eine Art von Steigbiegel an die Kolbenstange, die mit dem Fuße niedergetreten, und auch mit demselben wieder in die Höhe gehoben wurde. Er war der erste, der sich des noch jezt gebräuchlichen Tellers bediente. Daher konnte er schon Statt der Recipienten mit dem engen Halse solche gebrauchen, welche die Gestalt der Glocke oder des Cylinders hatten. Auch schlägt er schon Mittel vor, wie man die in der verdünnten Luft unter dem Recipienten befindlichen Körper von der Stelle bewegen könne, ohne der äußern Luft den Zugang zu verstatten.

Die mechanische Anordnung, den Stempel durch Nachahmung der Fuhrmannswinde im Cylinder auf- und niederzubewegen, wurde von neuem in Holland bey der Luftpumpe angebracht. Der Professor **Wolferd Senguerd** zu Leiden brachte eine solche Luftpumpe im Jahre 1697. mit Hülfe eines Künstlers zu Stande, welche er aber schon im Jahre 1685 angegeben hätte [α]). Diese senguerdische Luftpumpe ist vorzüglich durch **Wolffens** Empfehlung, der sie umständlich beschrieben hat [β]), in Deutschland sehr bekannt geworden. **Leupold** hat sie für deutsche Mathematiker und Physiker häufig verfertiget, und eine eigene Abhandlung davon herausgegeben [γ]). Auch ist diese Luftpumpe von **Teichmayer** [δ]) beschrieben worden. **Senguerd** hat ihr statt der gewöhnlichen vertikalen Stellung des Cylinders die von der horizontalen nicht viel abweichende schiefe Lage gegeben, wahrscheinlich dieserwegen, um einen längern Cylinder anzuwenden, der bey der boylischen und andern ähnlichen nur kurz seyn kann, weil sonst der Recipiente zu hoch würde zu stehen kommen, um mit Bequemlichkeit Versuche in selbigem

α) Philosophia naturalis. Lugd. Batau.
β) Nüzliche Versuche Th. I. Halle 1721. 8. S. 112 f.
γ) Deutliche Beschreibung der sogenannten Luftpumpen Leipz. 1707. nebst zwey Fortsezungen 1711. und 1714. 4.
δ) Elementa philosoph. natural. experiment. Jenae 1717. p. 144. sqq.

gem anzustellen. Sonst aber hat sie, wie die boylische, den langsamen Kolbenzug.

Die Luftpumpe selbst ist fig. 61. abgebildet. Der Cylinder a b wird auf dem Fußgestelle c d in einer gegen den Horizont unter einem kleinen Winkel geneigten Lage befestiget, welcher durch die Röhre g e f mit dem Teller in Verbindung ist. In die gezahnte Stange k greift ein Getriebe an der Axe i ein, wodurch der Stempel mittelst des Kreuzhaspels aus- und einwärts gewunden wird. Am Boden des Cylinders befindet sich der Hahn h, welcher doppelt durchbort ist, so wie ihn die fig. 62. deutlicher vorstellet. Die eine Oeffnung geht nämlich quer durch den Hahn auf der Axe desselben senkrecht, die andere aber nach der Richtung der Axe t ſ selbst von oben nach unten, jedoch so, daß sie in ihrem Fortgange nicht völlig bis zu dem durch q gebohrten Weg geht, sondern sich von ſ nach r seitwärts wendet. Der Griff des Hahns wird mit dem durch q gebohrten Canal parallel gesetzt. Steht alsdann der Hahn so, wie es die fig. 61. vorstellet, so ist der Weg aus der Glocke in den Cylinder offen, durch welchen die Luft beym Auszuge des Stempels in den Cylinder treten kann. Dreht man hiernächst den Hahn so weit um, daß der Handgriff einen Quadranten durchläuft, so ist nun der Cylinder mit dem Canal r ſ t (fig. 62.) verbunden, durch welchen die vorhin in den Cylinder hineingetretene Luft beym Zurückwinden des Stempels in die atmosphärische Luft getrieben wird. Uebrigens kann der Canal ſ t nach Gefallen mit einem kleinen Stöpsel p (fig. 61.) verschlossen werden.

Um die nöthige Verdünnung der Luft unter dem Recipienten in kürzerer Zeit, als bey den bisher beschriebenen Luftpumpen möglich ist, zu vollenden, erfand **Hawksbee** [a]) die **doppelte Luftpumpe** oder die mit **doppeltem Stiefel**. In zwey vertikal stehenden Stiefeln wird nämlich der Kolben des einen Stiefels zugleich ausgezogen, wenn der

a) Physico-mechanical experiments on various subjects. Lond. 1709. 4. auch acta erudit. Lips. suppl. To. V. p. 463.

der Kolben des andern hineingetrieben wird, so daß also bey jedem Auszuge des einen Stempels die Luft aus dem Recipienten ausgesogen, und die vom andern Stempel bereits ausgesogene ins Zimmer fortgeschaft werden kann. Beyde Cylinder stehen neben einander, die gezahnten Kolbenstangen gehen von oben hinein, und zwischen ihnen liegt ein kleines Sternrad, dessen Zähne in die Stangen eingreifen. An der Axe dieses Rades befindet sich eine Kurbel, an welcher das Sternrad wechselweise vor- und rückwärts jedes Mahl so lange nach einerley Richtung gedreht wird, bis die Kolben die ganze Länge des Cylinders durchlaufen haben. Unten am Boden sind beyde Cylinder mit einer engen Röhre vereiniget, von der sich eine andere enge Röhre bis zum Mittelpunkt des Tellers erstreckt. Die Kolben sind mit Blasenventilen versehen, welche sich schließen, wenn ein Auszug der Kolben erfolget, hingegen durch den Druck der in den Cylinder getretenen Luft aufgestoßen werden, wenn der Rückzug der Kolben geschiehet. Unten stehen die Cylinder mit ihrer Verbindungsröhre in einer zwey Zoll hohen Cisterne mit Wasser, um das Eindringen der äußern Luft abzuhalten. Das Gestelle ist ein Tisch mit 4 Füßen, auf dessen Blatte die Cylinder mit einigen Säulen stehen. Vier von diesen Säulen tragen den Teller, und zwey andere ein Querstück, welches der Axe des Sternrades zur Unterlage dienet.

Leupold a) brachte an der hawksbee'schen Luftpumpe verschiedene Verbesserungen an. Statt der gezahnten Kolbenstangen mit dem Getriebe machte **Leupold** die Einrichtung so, daß die Stangen, wie bey den großen Feuerspritzen, an einem gehörig unterstützten eisernen Wagbalken hangen. Dieser Balken ist gleicharmig, und nur so lang, als die Entfernung der Kolbenstangen vom Mittelpunkte der Bewegung es erfordert; an der Axe desselben ist aber noch ein anderer gleicharmiger Wagebalken mit dem vorigen

a) Deutliche Beschreibung der Luftpumpe. Fortſ. 1711. 4. auch acta erudit. Lipſ. 1714. Menſ. Febr. pag. 95. ſq.

vorigen parallel angebracht, dessen Arme länger, als die Arme des vorigen sind, und welcher dazu dienet, daß man jedes Ende desselben mit der Hand angreifen, und durch abwechselndes Niederdrücken und Heben die Kolben in Bewegung bringen kann. Die Kolben sind ebenfalls mit Ventilen versehen, welche **Leupold** auf eine vortheilhaftere Art eingerichtet hat. Der ganze Mechanismus dieser Pumpe ist einfach, und erfordert ungleich weniger Aufwand als andere. Nur ist hierbey zu erinnern, daß die an der Druckstange hängenden Stempel wegen des Bogens, den die beyden Enden der Stange beschreiben, nicht beständig nach vertikalen, sondern nach schiefen Richtungen schieben.

Weil die Hähne an den Luftpumpen die Unbequemlichkeit haben, daß bey jedem Auszuge des Stempels selbige anders gedreht werden müssen, wodurch die Arbeit selbst verzögert wird, so hat besonders **s'Gravesande** einen Mechanismus angegeben, welcher nicht allein zur Bewegung der Kolben dienet, sondern auch jedesmahl beym Anfang eines neuen Zuges den Hahn von selbst wieder in die gehörige Stellung versetzet. Er beschreibet übrigens zwey Luftpumpen [α]), welche er durch den berühmten holländischen Mechaniker, Johann **von Musschenbroek**, der ebenfalls hiervon Nachricht ertheilet [β]), verfertigen lassen. Die erste ist eine **doppelte** Luftpumpe, an welcher die Kolbenbewegung, wie bey der hawksbee'schen, vermittelst eines Getriebes verrichtet wird. An der Axe des Sternrades ist nämlich eine Druckstange angebracht, welche aus zwey gleichlaufenden Hebelsarmen bestehet, so daß man jedes Ende mit einer Hand angreifen, und durch abwechselndes Heben und Niederdrücken dem Kolben die nöthige Bewegung mittheilen kann. Die beyden Cylinder stehen vertikal, und haben ihre Oeffnung oben, den Boden unten; hierselbst sind sie

α) Elementa philosoph. natural. mathem. Tom. II. lib. IV. cap. 4.
β) Beschreibung der doppelten und einfachen Luftpumpen, übersetzt von J. C. Thenn. Leipz. 1765. 8. französ. als ein Anhang beym essai de physique par P. van *Musschenbroek*, traduit par *Massuet*. Paris 1739.

sie mit derjenigen Röhre verbunden, durch welche die Luft aus der Glocke treten muß. Jeder Cylinder hat unten einen eigenen Hahn, welcher doppelt durchbort ist, und die Griffe beyder Hähne sind mit einer horizontal dazwischen liegenden Stange so verbunden, daß beyde allemohl zugleich auf folgende Art in Bewegung kommen. An der Axe des Sternrades hängt hinterwärts der Pumpe ein Schwengel, welcher sich in zwey Arme spaltet, und als ein Pendel schwingt, wenn die Pumpe in völliger Arbeit ist. Auf der Mitte derjenigen Stange, welche beyde Hähne verbindet, ist eine besondere Vorrichtung angebracht, welche beym Anfange eines jeden neuen Zuges einen von den Armen des Schwengels ergreift, und auf diese Weise beyde Hähne zugleich umdrehet. So werden also gleich beym Anfange des Zuges die Hähne in die gehörige Stellung versetzet, und behalten selbige im Fortgange des Zuges, weil der Arm des Schwengels die Vorrichtung bald wieder verläßt. Die andere s'gravesandische Luftpumpe ist eine einfache, welche sonst der vorigen ähnlich ist. Weil aber das Rad hier nie einen ganzen Umlauf vollendet, so ist nur nöthig, statt des ganzen Sternrades einen Kreissektor zu gebrauchen, dessen Bogen gehörig mit Zähnen versehen ist. Auch steht hier der Cylinder nicht vertikal, sondern hat eine gegen den Horizont geneigte Lage. Diese beyden Pumpen sind übrigens sehr zusammengesetzet, und deswegen nicht allein kostbar, sondern auch vielen Reperaturen unterworfen. Indessen werden sie von **Musschenbroek** α) gerühmt, daß man mittelst derselben in sehr kurzer Zeit und mit leichter Mühe die Luft stark verdünnen könne, wiewohl er auch eine andere größere und weitere Luftpumpe denselben vorziehet, welche schon 1680 von seinem Vater und dessen Bruder erfunden worden.

Auch hat der Abt **Nollet** β) zwey von ihm erfundene Einrichtungen der Luftpumpe angegeben, nämlich eine einfache

α) Introduct. ad. philosoph. natura. Tom. II. §. 2120.

β) Mémoir. sur les instrumens qui sont propres aux expériences de l'air; in den mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. à Paris 1740. 1741. ingl. Leçons de physique expér. Tom. III. leç. X.

fache und eine doppelte. Die einfache Luftpumpe kömmt in Ansehung des äußerlichen Ansehens mit der boylischen und papinischen überein. Der Cylinder steht auf seinem Fußgestelle vertikal, und der Stempel wird wie bey der papinischen vermittelst eines Steigbügels mit dem Fuße herunter- und durch eine aufwärts gehende Stange an einem Handgriffe mit der Hand wieder aufgezogen. Der Hahn ist oberhalb des Cylinders wie bey der boylischen Luftpumpe angebracht, jedoch mit dem Unterschiede, daß hier der Stöpsel k (fig. 60.) nicht nöthig ist, um die Luft aus dem Cylinder zu lassen. Der nolletsche Hahn ist nämlich wie der senguerdsche doppelt durchbort, so daß man durch abwechselnde Stellung des Griffs entweder den Cylinder mit dem Teller, oder mit der äußern Luft in Verbindung bringen kann. Beym Gebrauche dieser Pumpe muß man also vor dem Niedertreten den Hahn in die eine, und vor dem Heraufziehen desselben in die andere Stellung versetzen. Vor die Oeffnung des Hahns setzt **Nollet** ein Ventil, welches wohl die Luft aus dem Cylinder heraus, aber keine äußere Luft hineinläßt. Die Absicht hierbey ist, das Aufziehen des Stempels zu erleichtern. Ist nämlich der Stempel niedergetreten worden, so tritt aus dem Recipienten in den Raum des Cylinders Luft, welche eine geringere Dichtigkeit als die äußere atmophärische Luft besitzet. Wird hiernächst der Hahn so geöffnet, daß die äußere Luft mit dem Cylinder in Verbindung stehet, so schlüpft die äußere Luft, wenn kein Ventil da ist, in den Cylinder so lange hinein, bis die innere so dicht, als die äußere ist. Liegt aber das Ventil vor der Oeffnung, so enthält der Cylinder Luft von weit geringerer Dichtigkeit, als die äußere atmosphärische, und der Druck der Atmosphäre von unten auf treibt den Kolben beynahe von selbst wieder zurück, so daß die arbeitende Person nur wenig nachzuhelfen hat, um den Kolben ganz einzustoßen. Man sieht leicht, daß diese Pumpe auch als Compressionsmaschine gebrauchet werden kann, wenn das Ventil vom Hahne weggenommen wird.

Nollets doppelte Luftpumpe kömmt in Ansehung der mechanischen Anordnung, die Kolben zu bewegen, mit der Hawksbee'schen Luftpumpe überein. Die beyden Cylinder stehen neben einander vertikal, in welche die Stempel mit den gezahnten Zugstangen von unten hineingehen, und vermittelst eines Sternrades durch eine lange Kurbel beweget werden. Gleich über beyden Cylindern ist ein Aufsatz angebracht, worin ein Hahn steckt, welcher so durchbort ist, daß er beym Hin- und Herwenden bald den einen bald den andern Cylinder mit dem Recipienten in abwechselnde Verbindung bringt. Die Kurbel, welche das Rad drehet, drehet zugleich bey jedem Anfange eines neuen Zuges den Hahn gehörig um, und zwar vermittelst eines kurzen Zapfens, der das Ende vom Griffe des Hahns ergreift, solches durch einen Bogen mit herumführet, wodurch eben der Hahn die gehörige Stellung erhält. Hierbey müssen aber die Kolben selbst sich nicht mit dem Hahn zugleich bewegen, sondern der Hahn muß jedesmahl schon in seine rechte Stellung gebracht seyn, bevor die Kolben ihre Bewegung anfangen. Die Hierzu nöthige mechanische Einrichtung hat Nollet umständlich beschrieben, und würde, hier anzuführen, zu weitläuftig seyn. Das Wesentlichste hiervon findet man auch beym Karsten. Uebrigens ist diese Luftpumpe außerhalb Frankreich nicht in Gebrauch gekommen.

Durch die senguerdischen, s'gravesandschen und nolletschen Luftpumpen ist der Gebrauch der Hähne beynahe allgemein eingeführet worden, ohne Zweifel, weil seit der ersten Erfindung diese Arten von Luftpumpen dauerhafter verfertiget, und sowohl zu starker Verdünnung als auch zur Verdichtung der Luft sehr bequem gebrauchet werden konnten. Nur in England sind die Ventile mehr gebräuchlich geblieben. Die verschiedenen Mängel, welche man bisher an den Luftpumpen mit Ventilen ausgesetzet hatte, suchte der englische Künstler, Johann Smeaton, zu verbessern, und sie vornehmlich auch zum Verdichten der Luft einzurichten. Er gab die von ihm erfundene Luftpumpe im Jahre

1759

1759 an α). Sie ist auch von den Herrn Kästner β) und Karsten γ) deutlich und umständlich beschrieben und abgebildet worden.

Die fig. 63. stellt einen vertikalen Schnitt durch die Axe des Cylinders a b und einer von dem Boden des Cylinders seitwärts horizontal fortlaufenden Röhre c d vor. Der Cylinder a b steht vertikal, in welchen der Kolben von oben hineingehet. Die Kolbenstange ist mehr denn doppelt so lang, als der Cylinder, und nur am obern Theile mit Zähnen versehen. Um den Zugang der äußern Luft zum obern Theile des Cylinders abzuhalten, ist dieser bey a o mit einem Deckel verschlossen, durch welchen die Kolbenstange luftdicht hindurchgehet. Das Fußgestelle der Pumpe ist wie ein Tisch mit vier Füßen eingerichtet, und die Bänder zwischen den Füßen nebst dem Tischblatte dienen dem Cylinder zur Befestigung. Auf dem Tischblatte stehen sechs Säulen, wovon zwey ein Querband tragen, das der Axe des Trillings zur Unterlage dienet, die vier übrigen aber eine Platte tragen, worauf der Teller befestiget ist, nebst noch einem Schraubengestelle, welches die Glocke zu befestigen dienet, wenn man unter derselben die Luft verdichten will. Der Kolben hat ein Ventil, welches die Luft nur von unten nach oben durchläßt. Ein anderes Ventil liegt im Boden des Cylinders, welches ebenfalls die Luft nur nach oben durchläßt. Würde nun die Röhre c d ununterbrochen bis zum Teller der Luftpumpe hinauf geführet, und wäre der Cylinder bey a o offen, so sieht man, daß die Pumpe nur zum Verdünnen der Luft dienen könnte. Damit sie aber auch zur Verdichtung der Luft zu gebrauchen ist, so hat man die Röhre c d nicht allein vermittelst des angebrachten Hahnes e f g h bey d unterbrochen, sondern auch die Einrichtung so gemacht,

α) A letter, concerning some improvements made in the Air-Pump. Philosoph. trans. Vol. XLVII. no. 69.

β) Anfangsgründe der Aerometrie §. 50 u. f.

γ) Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. VI. Pnevmatik. Abschnitt V. §. 85 u. f.

gemacht, daß sich diese Röhre vermittelst des Hahnes in zwey Aeste vertheilet, davon ein jeder nach Gefallen verschlossen werden kann. Der Kopf k des Hahns ist mit drey horizontalen Schweifen oder Griffen wie k l versehen, welche am Mittelpunkte k gleiche Winkel mit einander einschließen.

Die innere Einrichtung des Hahnes zeigen fig. 64 und 65. welche horizontale Durchschnitte vorstellen, in welchen die Axe der Röhre c d lieget. In der fig. 64. ist c d die Röhre, der äußere Ring die Hülse des Hahns, und die innere Kreisfläche der Durchschnitt des körperlichen Hahns selbst, welcher fig. 65. noch ein Mahl besonders abgebildet ist. Die unbewegliche Hülse (fig. 64.) hat drey Oeffnungen d, m, n. Die eine d hängt mit der Röhre d c zusammen, von m geht eine Röhre hinauf zum Teller, von n aber geht eine andere Röhre zur obersten Oeffnung des Cylinders, und hängt daselbst mit dem innern Raume des Cylinders so zusammen, wie es bey o p q (fig. 63.) vorgestellet ist. Auch der Körper des Hahns (fig. 65.) ist an drey Stellen 1, 2, 3 durchbort, welche an die Oeffnungen der Hülse d, m, n passen; von 1 erstreckt sich ein Canal bis 2; von 3 geht ein Canal gegen die Axe des Hahns zu, biegt sich aber bey y aufwärts; so wie es die fig. 63. bey d y z vorstellet. Mit den Linien v 1, v 2, v 3 sind die drey Schweife des Hahnes parallel.

Hat nun der Hahn diese Stellung, daß 1 auf d zutrifft, so trifft 2 auf m, und 3 auf n zu; mithin ist ein Weg von c durch d und m nach dem Raume unter der Glocke, und ein Weg oben von dem Cylinder bey o durch p, q, n, y bis z offen, so daß die Luft unter der Glocke mit der Luft im Cylinder unter dem Kolben, und außerdem die Luft über dem Kolben mit der äußern Luft Gemeinschaft hat. So dient also die Pumpe zum Verdünnen der Luft, und dieserwegen ist auf dem mit v 1 parallelen Schweife des Hahns der Buchstab E (exantlatio) gestochen.

Wenn der Hahn so gedrehet wird, daß 3 auf d zutrifft, so trifft 1 auf m und 2 auf n zu; mithin hat nun die äußere Luft durch z, y, c, f mit der Luft unter dem Stempel im

Cylinder Gemeinschaft; von der Luft über dem Stempel aber geht ein Weg durch o p q und n, m bis zu der Luft unter der Glocke hinauf. In dieser Stellung dient die Pumpe zum Verdichten. Beym Heraufziehen des Stempels tritt die äußere Luft durch z y d c, öffnet das Ventil f, und tritt in den innern Raum des Cylinders unter den Stempel; beym Herabwinden des Stempels stößt diese Luft das Kolbenventil auf, und begibt sich in den Raum über den Kolben, und wird beym folgenden Auszug des Stempels durch die Röhre o p q unter den Teller in die Glocke gepreßt. Aus dieser Ursache wird der mit v 3 parallele Schwelf des Hahns mit dem Buchstaben c (compressio) bezeichnet.

Hat endlich der Hahn diese Stellung, daß 3 auf m trifft, so ist nun der innere Raum der Glocke mit der äußern Luft selbst verbunden, und eben diese Stellung dienet, die Luft wieder unter die Glocke zu lassen, wenn sie ausgeleeret, oder sie herauszulassen, wenn sie verdichtet war. Daher hat auch der mit v 2 parallele Schwelf kein Zeichen.

Durch diese sinnreiche Einrichtung des Hahnes hat Smeaton bey den Luftpumpen mit Ventilen den Vortheil erhalten, sie nicht nur zum Verdünnen, sondern auch zum Verdichten der Luft zu gebrauchen. Außerdem aber gewähret der Deckel, welcher den Cylinder oben bey a o verschließt, noch den Vortheil, daß von oben keine Luft über dem Stempel eindringen kann. Dieserwegen ist auch an der Oeffnung o ein drittes Ventil angebracht, welches wohl die Luft aus dem Cylinder heraus, aber keine hineinläßt, indem weder beym Verdünnen noch beym Verdichten Luft eingeht. Die eingehende Luft würde aber beym Verdünnen sowohl als Verdichten hinderlich seyn. In beyden Fällen nämlich würde sie durch ihre Elasticität das Heraufwinden des Stempels ungemein erschweren, indem beym Verdünnen die atmosphärische Luft in den Cylinder, und beym Verdichten die unter der Glocke sehr stark verdichtete Luft über den Stempel treten würde.

Auch die Ventile hat **Smeaton** beträchtlich verbessert. Im Bodenstücke des Cylinders befindet sich eine runde Vertiefung ff, mit welcher die Röhre cd zusammenhängt. Diese Vertiefung ist im Durchmesser drey Mahl weiter als die Röhre cd, und über ihre obere Oeffnung ist die Ventilblase gespannt. Durch diese Einrichtung wird also der Druck der Luft gegen die Blase 9 Mahl stärker, als wenn das Ventil, wie an der hawksbee'schen Luftpumpe, eingerichtet wäre; damit aber der Druck der Luft diese Blase nicht zerreiße, so bringt **Smeaton** über der Oeffnung ff ein zartes Netz von Metal an, welches aus sieben Sechsecken bestehet, wovon ihrer sechs um das siebente in der Mitte befindliche herum liegen. Dieses Netz befindet sich in der Mitte einer metallenen Scheibe, welche auf dem Boden des Stiefels liegt, und über welche eben die Blase gespannt ist. Schließt nun der Stempel an dem Ventil allenhalben genau an, so muß nothwendig alle Luft unter dem Kolben durch das Kolbenventil hinaustreten. Zu dieser Absicht ist in der Mitte der ebenen und glatten Grundfläche des Kolbens eine kleine Oeffnung γ, über welcher das Kolbenventil liegt. Durch den darüber liegenden Theil des Kolbens gehen die paar kleinen Oeffnungen α und β hindurch, um die Luft hinaufzulassen. Bey dieser Einrichtung bleibt zwar allerdings ein Theil der im Cylinder befindlichen Luft unterhalb des Kolbens sitzen, welche aber nur den kleinen Canal γ ausfüllt. Wäre bey o kein Ventil befindlich, so würde die unter dem Kolben zurückbleibende Luft mit der äußern gleiche Dichtigkeit haben. Weil aber das Ventil bey o alle äußere Luft abhält, mithin der obere Raum beynahe luftleer ist, so wird der zurückgebliebene Theil Luft in γ das Kolbenventil so lange heben, und sich ausbreiten, bis sie nur noch gleiche Dichtigkeit mit der Luft unter der Glocke hat. Wie viel es zu sagen habe, wenn bey o kein Ventil befindlich wäre, läßt sich auf folgende Art übersehen. Verhielte sich der Raum, in welchem die Luft von gleicher Dichtigkeit mit der atmosphärischen Luft unter dem Kolben zurückbleibt, zum

ganzen

ganzen Raume des Kolbenzuges wie $1:\mu$, so würde diese Luft, nachdem der Stempel hinaufgewunden worden, μ Mahl dünner seyn, als die äußere, und wenn alsdann die Luft unter der Glocke schon eben so stark verdünnt wäre, so könnte in den Cylinder nichts mehr hineintreten, und die Verdünnung ließe sich nun nicht weiter treiben. Ist hingegen das Ventil in o da, so wird die schon μ Mahl verdünnte Luft in γ noch μ Mahl verdünnt, und nun kann die μ Mahl dichtere Luft in der Röhre c d das Bodenventil gar wohl noch aufstoßen. Zuletzt kömmt noch alles darauf an, daß der Stempel oben am Deckel des Cylinders in seinem höchsten Stande recht genau anschließt, und daß zwischen dem Ventil o und dem Kolben so wenig Luft, als möglich ist, stecken bleiben, weil sie daselbst mit der äußern einerley Dichtigkeit hat. Gesetzt es bleibe bey o ein Raum, der ϱ Mahl kleiner ist, als der Raum des Kolbenzuges, so wird sich doch die darin zurückgebliebene Luft, wenn der Kolben herabgewunden wird, durch den ganzen Raum des Kolbenzuges ausbreiten, und ϱ Mahl dünner werden als die äußere Luft. In dem Raume γ also wird die zurückbleibende Luft ebenfalls ϱ Mahl dünner als die äußere Luft seyn. Ist nun dieser Raum γ μ Mahl kleiner als der Raum des Kolbenzuges, so wird die darin befindliche Luft, wenn der Kolben ganz wieder in die Höhe gewunden ist, $\varrho \times \mu$ Mahl dünner als die äußere Luft seyn, und bis auf diese Grenze wird sich die Verdünnung der Luft unter der Glocke auch treiben lassen.

Smeaton berichtet, er habe gefunden, daß seine Maschine die Luft ordentlich ungefähr 1000 Mahl verdünne, wenn sie rein zusammengesetzet ist; sonst aber habe er sie allezeit wenigstens 500 Mahl verdünnen können.

An der smeatonschen Luftpumpe sind nachher verschiedene Verbesserungen angebracht worden. Nach den von **Nairne** und **Blunt** angebrachten ist sie vom Hrn. Hofr. **Lichtenberg** *) beschrieben. Ihren äußern Bau gibt die fig. 66.

*) Erxleben Anfangsgr. der Naturl. Gött. 1794. Nach der Vorrede.

Der Cylinder cd nebst der mechanischen Anordnung der Kolbenbewegung durch die Kurbel B und Zahnstange C ist wie zuvor ungeändert. Aus dem untern Ende des Cylinders geht ebenfalls die Röhre edc ununterbrochen in das metallene Stück cb, das wie eine Stange aussieht, aber eigentlich eine Röhre ist, welche unter dem Teller A der Luftpumpe fortläuft, und sich bey a in das Loch des Tellers öffnet; aus dem obern Ende des Cylinders aber geht die Röhre gh durch einen ähnlichen Canal ok in den Teller. Statt des unten liegenden smeatonschen Hahnes sind zwey gewöhnliche senguerdische Hähne zu mehrerer Bequemlichkeit oben bey m und n angebracht. Haben diese Hähne die Stellung, wie die Figur zeiget, so steht nun der Canal cb mit dem innern Raume der Glocke in Verbindung; ok aber ist von der Glocke abgeschnitten und dagegen mit der Büchse i verbunden, aus welcher auf der abgewandten Seite ein Loch in die freye Luft gehet. Auf diese Weise ist nun die Pumpe zum Verdünnen eingerichtet; denn sobald der Kolben aufgewunden wird, so tritt die unter der Glocke befindliche Luft durch den Canal abcdE in den luftleeren Stiefel, welche beym Niederwinden durch das Kolbenventil über den Kolben sich begibt; und beym abermahligen Aufwinden des Stempels durch den Canal Dghi in die freye Luft getrieben wird. Werden aber die Hähne um $\frac{1}{4}$ des Cirkels gedrehet, so ist der Canal cb von der Glocke abgeschnitten, und mit der freyen Luft verbunden, ok hingegen hat mit dem innern Raume der Glocke eine Gemeinschaft. Diese Stellung der Hähne macht also nun die Pumpe zum Verdichten geschickt; denn beym Aufwinden des Stempels begibt sich äußere Luft durch den Canal cdeE in den Stiefel, welche beym Niederwinden über denselben tritt, und beym folgenden Aufwinden durch den Canal Dghka unter die Glocke getrieben wird. Auf den Hähnen sind Striche mit E und C eingestochen, welche als Zeichen dienen, wie sie stehen müssen, um zu exantliren oder zu comprimiren. Durch die Hähne könnte man auch zur verdünnten Luft wieder äußere hinzu-

und die verdichtete herauslassen; um sie aber zu schonen, ist zur Seite des Canals ok die luftdichte Schraube k angebracht, welche man öffnen, und so den innern Raum der Glocke mit der äußern Luft verbinden kann.

Statt der Blase ist zu den Ventilen ein angeschraubtes Stück Wachstaffet mit vier Zipfeln angewendet worden. Der Kolben besteht aus zwey Stücken, deren unteres gerade durchbohrt, und mit dem Ventile bedeckt, das obere schief durchbohrt ist. Beyde sind durch zwischenliegendes Leder am Rande fest verbunden; in der Mitte aber lassen sie zwischen sich einen kleinen Raum, damit sich das Ventil heben könne.

Bey allen diesen angebrachten Verbesserungen behält doch noch diese Luftpumpe den Fehler, daß die Verdünnung der Luft nur bis auf eine gewisse Grenze Statt finden kann, wenn nämlich die verdünnte Luft nicht Kraft genug mehr hat, das Ventil zu öffnen. Um aber auch diesen zu vermeiden, haben die Herrn **Hurter** und **Haas** ein Pedal mit eigenen Vorrichtungen am Boden des Stiefels angebracht, womit das Bodenventil durch Treten geöffnet, und der auch noch so stark verdünnten Luft der freye Durchgang verstattet wird. Beschreibungen hiervon geben Cavallo [α]) und **Lichtenberg** [β]). Die Einrichtung des Herrn **Haas** ist einfacher, als die des Herrn **Hurter**, und fig. 67. abgebildet. An dem untern Theile ab des Stiefels ist ein Stück Messing cdef mit einem weiten Canale durch Schrauben mit Ledern befestiget. An dieses ist ein anderes Stück g mit der daran gelötheten Röhre h, welche nach dem Teller hinaufgehet, angeschraubet. Ueber der untern Oeffnung der Pumpe ist ein Stück geölter Taffet gespannt, welches sechs Löcher hat, und vermittelst eines messingenen Ringes in das Stück cdc eingesetzet ist. In dem Canale de befindet sich der Stempel kir, welcher unten bey r in

 den

α) Philosoph. transact. Vol. LXXII. for. 1783. P. II. p. 435. sqq.
β) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. III, St. 1. S. 97 u. f.

den Hebel o m eingesetzet ist, der sich um m drehet. Durch die Mitte des Stempels geht ein Stück Messing, um welches lederne Scheiben liegen, die bis an die Scheiben r und k reichen. Die Axe des Stempels ist bis zur Mitte durchbohrt, wo sich eine Seitenöffnung befindet, die mit der Röhre h Gemeinschaft hat. Endlich ist unten bey k in einem noch übrigen kleinen Raume eine Spiralfeder angebracht, die den Stempel hinaufdrückt. Ist der Stempel in Ruhe, so bedeckt der Taffet oben bey r die Oeffnung, mithin ist dadurch die Communication des Stiefels mit dem innern Raume der Glocke ganz abgeschnitten; tritt man aber auf o, wodurch sich der Stempel ein wenig herabbegibt, so ist er nun mit dem Taffet bey r nicht mehr in Berührung, und die Luft kann ungehindert durch r, und durch die Löcher des Taffets in den Stiefel treten. An dieser sehr sinnreichen Einrichtung bemerket doch Herr **Lichtenberg**, daß sie die gehoffte Wirkung nicht thue, wofern nicht durch die beyden noch übrigen Ventile ein eben so freyer Durchgang der Luft verschaft werde.

Da alle bisherige Bemühungen, die Luftpumpen sowohl mit Hähnen als Ventilen dem Zwecke entsprechend vollkommen zu verfertigen, fruchtlos waren, so gab in Holland Johann **Cuthbertson** eine eigene Einrichtung an, bey der er alle Fehler vermieden zu haben glaubte *). Das Wesentlichste derselben besteht in folgenden.

Ueber dem Cylinder (fig. 68.) a b befindet sich eine Lederbüchse c, durch welche die Stange des Stempels luftdicht hindurchgehet, und über selbiger noch ein Gefäß d mit Oel. Auch n ist eine Oelbüchse, welche das Oel aufnimmt, so mit der Luft beym Rückzuge des Stempels durch den Canal q q getrieben wird. Ist diese Büchse voll Oel, so geht es in das Gefäß d durch den Canal m über. o p ist ein Draht, welcher dienet, den Canal q q als Stöpsel luftdicht

*) Beschreibung einer verbesserten Luftpumpe, a. d. Engl. übers. in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. IV. St. 1 und 2. Leipz. 1788. gr. 8. S. 83 u. f.

dicht zu verschließen. Die durch den Canal q q getriebene Luft stößt ihn in die Höhe, worauf er alsdann durch sein eigenes Gewicht wieder herabfällt, und die Oeffnung des Canals verschließt. Ein Paar Stückchen Metall erhalten ihn in der gehörigen Richtung. Diese Vorrichtung vertritt die Stelle des sonst gewöhnlichen Ventils im Deckel des Cylinders.

Im Boden des Stiefels ist in der Mitte ein Loch durchgebohrt, um Gemeinschaft des Stiefels mit dem innern Raume der Glocke durch den Canal r zu erhalten. Diese Communication wird durch folgende Einrichtung unterbrochen. Die Stange e e des Stempels ist hohl, und enthält die dünnere Stange f g, an deren unterem Ende ein langer Stift k l ist, welcher bey l einen Querstift besitzet, der breiter, als die engste Oeffnung des im Boden eingebohrten Lochs ist. Diese Stange f g geht durch eine Lederhülse im mittleren Theile des Stempels, und läßt sich darin luftdicht hin und her schieben. Wird nun der Kolben in die Höhe gezogen, so verstattet der Querstift unten bey l die Stange f g nur bis zu einer gewissen Höhe mitzunehmen; alsdann hat der Cylinder mit der Glocke durch die Röhre r Gemeinschaft, mithin kann die Luft unter der Glocke in den Cylinder treten. Wird hiernächst der Stempel wieder niedergedrückt, so nimmt die in den Cylinder getretene Luft einen Ausweg durch den Stempel, dessen Einrichtung gleich beschrieben werden soll; zugleich wird bey diesem Rückzuge des Kolbens die Stange g f niedergestoßen, so daß ihr Ende bey k die Oeffnung im Boden verschließt, und daher die Communication des Cylinders mit der Glocke aufhebt.

Der Stempel besteht aus zwey Stücken, einem äußern und einem mittleren. Das mittlere, an welchem die Zugstange sitzt, ist konisch, und hat an der untern breitern Fläche einen hervorragenden Rand. Das äußere Stück ist genau nach der Form des mittleren und seines Randes ausgehöhlt. Wird nun der Stempel aufgezogen, so schließt das mittlere Stück genau in die Höhlung des äußern, und es kann daher keine Luft von oben hinein in den Cylinder

 dringen;

dringen; wird er aber niedergestoßen, so begibt sich das mittlere Stück aus dem äußern heraus, so weit es der etwas hervorragende Rand h h erlaubt, und nun ist der Luft im Cylinder der freye Durchgang durch den Kolben verstattet.

Diese Einrichtung, so sinnreich sie auch ist, läßt doch immer noch bey jedem Kolbenzuge etwas Luft zurück, indem der Kolben oben nicht ganz genau anpaßt, und die daselbst befindliche Luft den Draht o p in die Höhe stoßen muß. Es wird daher die Verdünnung der Luft auch hier nur bis zu einer gewissen Grenze gehen können, wenn nämlich die über dem Kolben zurückgebliebene Luft nicht mehr vermögend ist, den Draht p o aufzustoßen. Ueberdem erfordert diese Luftpumpe, besonders was die Einrichtung des Stempels betrifft, eine solche genaue Bearbeitung, die von den ausübenden Mechanikern nicht allemahl erwartet werden kann. Ueberhaupt bleibt es, so wie bey allen Maschinen, also auch hier, ein Grundsatz der ausübenden Mechanik, daß diejenige Einrichtung, welche einfach, mithin aus so wenigen Theilen, als möglich, zusammengesetzet ist, die vollkommenste und dauerhafteste ist.

Herr **Schrader** *) in Kiel hat durch Anwendung der gewöhnlichen Büchsenventile, wobey alles durch äußere Kräfte beweget wird, den bekannten Fehlern an den Luftpumpen abzuhelfen gesucht. Die Verbesserung brachte er an einer smeatonschen Luftpumpe an, welche er so eingerichtet hatte, daß sie bloß sowohl beym Auf- als auch beym Niederwinden des Stempels zur Verdünnung diente, die Veranstaltung zum Comprimiren aber gänzlich wegfiel.

Der Stiefel ist 22 Zoll lang und hat 3 Zoll im Durchmesser. Der Stempel (fig. 69.) c ist nicht durchbohrt. Auf der Breite der gezahnten Kolbenstange sind Stifte immer drey Zoll weit von einander aufgesetzet, welche in der Figur mit Punkten bezeichnet sind. Diese Stifte dienen, den

*) Beschreibung einer neuen und vollkommeneren Einrichtung der Luftpumpe. Flensburg und Leipzig 1793. 8. im Auszuge in Grens Journal der Physik B. III. S. 357 u. f.

den 12 Zoll langen Hebel g gleichsam stoßweise niederzudrücken. Zu dieser Absicht ist er um seinen Ruhepunkt h beweglich, den er an einer von den Säulen hat, die den Teller tragen. Von diesem Hebel g geht eine Schnur über zwey Rollen herab, wie es die Figur deutlich zeiget. Nicht weit vom unteren Boden des Cylinders befindet sich seitwärts ein metallenes Kegelventil; die Spitze des Kegels ist gegen den Cylinder gekehret, und auf der Basis desselben ist ein Draht eingeschraubet, an dessen Ende der von dem Hebel g über die beyden Rollen herabgehende Faden befestiget ist. Uebrigens wird der Kegel von einer in der 4 Zoll langen und 1 Zoll breiten Röhre p befindlichen Spiralfeder, welche sich gegen den angeschraubten Deckel stemmt, in die Oeffnung des Ventils gepreßt. Wenn folglich beym Niederwinden des Stempels der Hebel g niedergedrückt wird, so öffnet sich dadurch das Ventil, durch welches die Luft aus dem Cylinder ins Freye gehet.

Die obere Oeffnung des Cylinders ist verschlossen, und die Kolbenstange geht bey d in ledernen Scheiben. Auf dem Deckel ist ein Ventil f angebracht, welches dem bey p vollkommen gleich ist. Von dem Drahte dieses Kegels geht eine Schnur bis an das vordere Ende eines Hebels i hinauf, der seinen Ruhepunkt dicht unter dem Kasten, in welchem das Getriebe zur Bewegung der gezahnten Stange befindlich, in x hat, und an seinem äußersten Ende von Stiften ergriffen wird, welche auf der Hinterseite der Stange aufgesetzet sind. Wenn folglich der Stempel in die Höhe gewunden wird, und die Stifte der Stange den Hebel i ergreifen, so hebt sich dieser und mit ihm zugleich der Kegel des Ventils; daher die Luft in dem Cylinder über dem Kolben einen freyen Ausweg findet. Damit aber dieser Hebel beym Niederwinden des Stempels nicht wieder ergriffen werde, hat er in der Mitte bey i ein Gelenke, so daß bloß der vordere Theil des Hebels niedergedrückt, und eine unten befindliche Feder ihn wieder in seine vorige Lage versetzet, der hintere Theil hingegen auf einer Unterlage horizontal erhalten wird.

An

An der andern Seite des Cylinders ist ein drittes Ventil angebracht, so daß die Oeffnung desselben von der innern Deckelwand des Cylinders genau so weit entfernet ist, als die Höhe des Kolbens ausmacht. Bey diesem Ventile ist die Grundfläche des Kegels gegen den Cylinder gerichtet, und die kleine Röhre k inwendig genau ausgebohrt und geschliffen, damit ein kleiner Stempel darin vollkommen anschließe. Das Stück Messing, in welches der Kegel passet, ist aufwärts vertikal durchbohrt, so daß beym aufgestoßenen Kegel eine Verbindung des Cylinders mit diesem durchbohrten Canal Statt findet. Auf dieses Stück läßt sich eine Röhre aufschrauben, die mithin eine Gemeinschaft mit dem Cylinder haben kann. In die Spitze des Kegels ist eine kleine metallene Stange eingeschraubet, an welcher der kleine Kolben befestiget ist, der in der Röhre k genau anschließt, und vermittelst des Knopfs l hin und her beweget werden kann. An diesen kleinen Kolben stemmt sich auch die in der Röhre k befindliche Spiralfeder, wenn sie das Ventil aufstößt, welches sonst von jener im ruhigen Stande angezogen wird. Am Ende dieser Röhre k befinden sich noch ein Paar lederne Scheiben, durch welche die kleine metallene Stange hindurch gehet, und welche vorzüglich dazu dienen, daß die äußere Luft auf den kleinen Kolben nicht drücken und den Kegel wieder aufstoßen könne. Uebrigens müssen bey allen Ventilen die Grundflächen der Kegel mit der inwendigen Seite des Cylinders genau zusammenfallen, so daß sie einerley Fläche mit derselben bilden, und keine Erhöhung oder Vertiefung entstehe.

Wenn der Stempel aufgewunden wird, und vollkommen am Deckel des Cylinders anschließt, so wird sogleich eine Gemeinschaft mit dem innern Raume der Glocke und dem des Cylinders entstehen, sobald der Knopf l des obern Seitenventils hineinwärts gedrückt wird; mithin kann nun die Luft aus der Glocke in den Cylinder treten. Diese Gemeinschaft wird aber nach Nachlassung des Druckes an dem Knopfe l aufgehoben. Beym Herabwinden des Stempels ergrei-

ergreifen alsdann die Stifte an der Zahnstange den Hebel g, wodurch das Ventil bey p stoßweise geöffnet wird, so daß die unter dem Kolben befindliche Luft einen Ausweg findet. Während dieses Herabwindens ist über dem Kolben im Cylinder ein leerer Raum entstanden; öffnet man also wiederum das Seitenventil bey k, so geht von neuem Luft aus der Glocke in den Cylinder über. Wenn hiernächst das Aufwinden des Stempels zum zweyten Mahle erfolget, so ergreifen die Stifte an der Hinterseite der Zahnstange den Hebel i, wodurch das Ventil oben bey f sich öffnet, und der über dem Kolben befindlichen Luft einen Ausweg verschaft.

Herr **Schrader** versichert, daß diese Luftpumpe der gehofften Wirkung ein völliges Genüge geleistet habe.

Herr **Wrede** *) hat eine andere Einrichtung der Luftpumpe angegeben, bey welcher statt des sonst gewöhnlichen Hahns und Ventils eine sogenannte **Rohrwalze** gebrauchet wird. Diese bestehet in einer metallenen Scheibe, welche in ihrem Innern zwey ovale Gruben hat, die mittelst eines halbcirkelsförmigen Canals mit einander verbunden sind. Dieser Canal gibt, je nachdem er so oder anders geleget wird, bald die Gemeinschaft bald die Hemmung derselben zwischen Glocke und Stiefel. In eben dieser Rohlwalze befindet sich außer den Gruben noch ein ganz hindurchgehendes Loch, welches um 45° von der einen Grube entfernet ist, und dazu dienet, daß der inwendige Raum des Stiefels mit der freyen Luft Gemeinschaft haben kann. Der Stiefel selbst steht vertikal unter der Mitte des Tellers, und in der Röhre, welche zwischen ihm und dem Teller sich befindet, liegt die Rohrwalze. Ihr Spiel wird mittelst eines mehrmahls gebrochenen Hebels bewirkt, dessen eines Ende an ein Steigrad angebracht ist, das zu gleicher Zeit herumgedrehet wird, wenn die Kurbel die Kolbenstange aus dem Stiefel zieht und solche wieder hineintreibt. Der zunächst am Kolben befindliche

*) Berlinisches Journal für Aufklärung B. VII. St. 1. April 1790. im Auszuge im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. VII. St. 1. S. 117 f.

liche Theil der Kolbenstange ist bis auf eine Länge, die der Länge des Stiefels gleich ist, bloß prismatisch; alsdann aber ist ein Rahmen in Gestalt eines Rechtecks an ihr befestiget, von welchem die langen Seiten an ihren innern Theilen, wie bey einer Fuhrmannswinde, gezahnt sind. Durch diesen Rahmen geht die Axe der Kurbel, an welcher ein Schlüsselrad, oder ein Kreisbogen von 145° befestiget ist, auf dessen Stirne Zähne stehen, welche zwischen die Zähne des Rahmens eingreifen, und bey ihrer Bewegung den Kolben auf- und niederziehen. An dem der Kurbel entgegengesetzten Ende befindet sich das obenerwähnte Steigrad, die Kolbenstange tritt an der Seite, die in das Innere des Stiefels gehet, etwas aus dem Kolben hervor; und bewirkt dadurch, daß der Raum in der Leitröhre zwischen der Oeffnung der Rohrwalze und dem Stiefel zu der Zeit völlig angefüllt wird, da der Kolben in den Stiefel zurückgetrieben ist. Durch diese Einrichtung wird aller Raum vermieden, in welchem die Luft sich aufhalten könnte, die bey Ausziehung des Kolbens wieder in die Glocke zurücktreten würde. Um mit dieser Luftpumpe sowohl die Luft zu verdünnen, als zu verdichten, ist weiter nichts nöthig, als die Kurbel bald nach dieser, bald nach jener Richtung zu drehen. Auch kann man durch ein solches bloßes umgekehrtes Drehen, ohne einen Hahn zu gebrauchen, sogleich wieder Luft unter die Glocke lassen.

Herr **S. J. W. Reiser** a) zu Mühlhausen, hat nach seinem Berichte die Luftpumpe des Herrn **Cuthbertsons** zu verbessern und einfacher einzurichten gesucht. Allein im Ganzen ist von der cuthbertson'schen Anordnung wenig beybehalten worden. Die reisersche Luftpumpe ist eine doppelte, bey welcher es vorzüglich auf den Mechanismus ankömmt, das Bodenventil zu öffnen. An dieser Luftpumpe sind sowohl

a) Nachricht von einigen Vorrichtungen bey physikalischen Experimenten, besonders von einer bessern Luftpumpe, als die bisherigen Basel 1790. 8. im Auszuge im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. VII. St. 2. S. 49 u. f.

wohl die metallenen Stangen, welche in die Oeffnungen einfallen, als auch der Kegel im Kolben, ganz weggelassen, und statt derselben im Boden und im Kolben Kegelventile angebracht. Das conische messingene Ventil (fig. 70.) ab im Kolben besitzet ein Stielchen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge, welches das Ventil auf die Seite zu fallen verhindert, indem es selbst in einer Höhlung steht, die nur so weit ist, daß es sich frey auf- und unterwärts bewegen kann. Die Stempel der beyden Stiefeln passen übrigens äußerst genau auf den Boden, und lassen keinen Raum, wie bey der cuthbertson'schen (außer einem kleinen leeren Ringe, welchen die $\frac{1}{4}$ Linie überstehenden Leder an der untern Platte des Stempels verursachen, welcher aber kaum $\frac{1}{2}$ Linie dick ist). Auch kann keine Luft, wenn sie ein Mahl über dem Stempel ist, wieder nach dem Boden kommen, das bey der cuthbertson'schen unvermeidlich ist. Die Cylinder sind oben nicht geschlossen, und die Stempel tragen daher beym Aufwinden das ganze Gewicht der Atmosphäre. Herr Reiser aber glaubet, daß dieß der cuthbertson'schen Luftpumpe keinen Vorzug gebe, weil der Druck der Luft kaum so viel betragen könne, als das Reiben der Lederbüchsen an den Stangen. Außerdem werde dadurch das Hinabstoßen der Kolben erleichtert, und ein Stempel ersetze dem andern diesen Aufwand an Kraft.

Damit das Bodenventil dc auch bey dem äußerst verdünnten Grade der Luft sich noch heben müsse, ist unter jedem Stiefel eine messingene Büchse tmou mit Schrauben befestiget. In dieser Büchse ist ein kleiner gabelförmiger Hebel tu angebracht, welcher in das Stempelchen des Ventils bey u eingreift. An diesem Hebel ist ein Wellbaum, der durch die mit Leder ausgekleidete messingene kleine Büchse te gehet. Bey e ist wieder ein Hebel ef und fi an den Wellbaum eingesteckt. Hier ist ein anderer Hebel iQ, welcher in seinem Ruhepunkte S durch einen Stift an dem Bret der Maschine befestiget ist. Von dem Ende Q geht durch den hölzernen Pfeiler der Maschine ein metallenes Stempelchen

pelchen, welches unten bey Q mit i Q durch ein Gewerbe verbunden ist. Oben greift dieses Stempelchen wieder in einen Hebel, der auch in der Mitte einen Stift hat, und von zwey Stahlfedern auf- und niedergedruckt wird; das andere Ende dieses Hebels paßt in eine in die gezahnte Stange gefeilte Vertiefung.

Wird nun der Stempel durch Hülfe der gezahnten Stange in die Höhe gewunden, so muß das Ende dieses Hebels aus der Vertiefung der gezahnten Stange heraus; die Stange glitscht an ihm hinauf, drückt also das andere Ende des Hebels, und hiermit zugleich das durch den Pfeiler hinuntergehende Stempelchen niederwärts; dieses wirkt vermittelst des Hebels Qi durch die Lederbüchse te auf den daselbst befindlichen gabelförmigen Hebel du, und hebt das Ventil c in die Höhe. In dem andern Stiefel geschiehet gerade das Gegentheil, und so öffnen und schließen sich die Ventile mit Gewalt wechselsweise. Damit die Leder in der Büchse te feucht bleiben, hat Herr **Reiser** oben an dem Theile, welcher der größern Büchse außerhalb vorsteht, ein kleines Loch bohren lassen, durch welches man zuweilen einen Tropfen Oel hineinfallen läßt.

Mit dieser Luftpumpe, welche Herr **Reiser** bloß zum Verdünnen der Luft eingerichtet hat, geht die Ausleerung weit schneller von Statten, als mit der cuthbertson'schen.

Alle bisher beschriebene Abänderungen der Luftpumpen von der ersten Erfindung sind zwar sehr sinnreich, aber auch sehr zusammengesetzet, und dieserwegen kostbar, und öftern Reparaturen unterworfen. Unstreitig bleiben die Luftpumpen mit Hähnen die einfachsten und dauerhaftesten Werkzeuge dieser Art; alles kömmt nur dabey darauf an, den sogenannten schädlichen Raum entweder gänzlich zu vermeiden, oder ihn doch wenigstens so gering als möglich zu lassen. Vorschläge zum ersteren hat bereits Herr **Lichtenberg** a) gethan, den Hähnen aber eine andere Stelle, als sonst, angewiesen.

a) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. III. St. 3. S. 107 f.

wiesen. In dem starken Deckel a a des Stiefels b (fig. 71.) werden die beyden conischen Zapfen c und l genau eingeschliffen, so daß sie die Oeffnungen im Stiefel und die Röhre k und n völlig verschließen. Die Hälse dieser Zapfen sind mit Schraubengängen versehen, welche in Schraubenmuttern passen, die am Deckel des Cylinders befindlich sind. Werden nun diese Zapfen durch Hülfe der Schlüssel g und h gedrehet, so schrauben sie sich ein wenig in die Höhe, wodurch die Verbindungen zwischen dem Stiefel und den Röhren k und n geöffnet werden, deren erste unter die Glocke, die letztere in die freye Luft geht. Wird hiernächst der Stempel ausgezogen, und zuerst der Hahn c geöffnet, so tritt die Luft aus der Glocke in den Stiefel. Darauf verschließt man den Hahn c, und öffnet den andern l, wodurch beym Einstoßen des Stempels die Luft aus dem Cylinder durch den Canal n in die freye Luft gehet. Wenn der Stempel an den Boden des Stiefels genau anschließt, und die Hähne c und l in der innern Fläche des Deckels keine Vertiefungen oder Erhöhungen machen, so ist dadurch der schädliche Raum gänzlich vermieden. Der größere Hahn c steht zu besserer Abhaltung der äußern Luft in der Lederbüchse e, welche bey dem Hahne l nicht nöthig ist. Man sieht übrigens leicht, daß auch diese Einrichtung zur Verdichtung der Luft dienet, wenn mit der Stellung der Hähne auf die entgegengesetzte Art abgewechselt wird.

Eine andere sehr einfache Einrichtung einer Luftpumpe mit Hähnen hat neuerlich der Herr **van Marum** [*]) angegeben, durch welche man sehr schnell einen merklich großen Raum luftleer machen, und dieselbe auch zum Comprimiren gebrauchen kann. Der Cylinder dieser Maschine ist 25 Zoll hoch und $3\frac{1}{2}$ Zoll weit, und steht vertikal. Der Stempel wird an einer gezahnten Stange durch ein Getriebe mittelst eines

[*]) Description des quelques appareils chemiques nouveaux ou perfectionés de la fondation Teylerienne et des expériences faites avec ces appareils p. *Mart. van Marum.* à Haarlem 1798. gr. 4.

eines Kreuzhaspels auf- und niedergewunden. Die vertikale Stellung des Cylinders hat dem Herrn **van Marum** den Vortheil verschaft, den Hahn, welcher sonst gewöhnlich mit der Hand gedrehet werden muß, mittelst des Fußes durch eine eigene Vorrichtung zu drehen. Ueber dem vordern Theile des Hahns (fig. 72.) wird eine Stange a b von 6 Zoll Länge angebracht, und auf selbige ein dreyarmiges metallenes Stück befestiget, dessen Figur aus der fig 73. deutlich erhellet. Wenn (fig. 72.) a b vertikal stehet, so macht alsdann der Hahn mit dem innern Raume des Cylinders und dem Raume der Glocke eine Verbindung, und es kann nun der Stempel in die Höhe gewunden werden. Hierauf wird der Hahn auf folgende Art verschlossen: man stemmt den Fuß gegen den Arm c, und drehet hiermit den Hahn gegen die Rechte zu. Der Arm (fig. 73.) d berühret den Boden der Maschine, wenn der Hahn um den vierten Theil seines Umkreises ist gedrehet worden, in welchem Falle alsdann der Hahn mit der äußern Luft in Verbindung stehet, und folglich durch Einwinden des Stempels die aus der Glocke ausgepumpte Luft fortgeschaft werden kann. Sobald nun der Stempel den Boden der Luftpumpe erreichet hat, dreht man den Hahn mittelst des Fußes wieder in die vorige vertikale Stellung. Damit aber der Hahn nicht weiter, als bis zur vertikalen Stellung gehen könne, ist oben an der Stange (fig. 72.) a b und an der Grundfläche der Maschine eine metallene Kette befestiget. Diese beschriebene Bewegung des Hahns mit dem Fuße ist so leicht auszuüben, daß derjenige, welcher die Pumpe drehet, in sehr kurzer Zeit eine solche Geschwindigkeit darin erlangen kann, daß der Experimentator gar keine Aufmerksamkeit mehr darauf zu richten hat.

Eine andere Verbesserung, welche der Herr **van Marum** an den gewöhnlichen Luftpumpen gemacht hat, besteht darin, daß der Stempel an den Boden der Luftpumpe genau anschließt, welches verursachet, daß in der Luftpumpe so wenig als möglich Luft zurückbleibt. Der Boden der Luft-

Luftpumpe so wie die Grundfläche des Stempels sind zu dieser Absicht vollkommen eben. An das unterste Ende des Cylinders ist nicht, wie bey den gewöhnlichen Luftpumpen, der Boden angelöthet; sondern er schließt vermittelst eines daselbst herumlaufenden Randes (fig. 75.) a a an den Boden vollkommen genau an, woran er durch 6 Schrauben hinlänglich befestiget ist. Der Boden selbst ist eine Kupferplatte. Damit aber gar keine Luft zwischen dem Boden und dem untern Ende des Cylinders eindringen könne, wird rund herum etwas weiches Wachs umgeleget.

In der fig. 76. ist diese Luftpumpe zur Seite vorgestellt, wo der Teller A A auf der Säule B, und C D die Communicationsröhre mit dem Teller und dem innern Raume des Cylinders ist. Die punktirten Linien der Theile unter der Pumpe und unter dem Teller zeigen deutlich, wie sie durchbohrt seyn müssen. Der kupferne Ring e, an welchen die Röhre C gelöthet ist, wird mittelst einer Mutterschraube f befestiget; zwey Ringe von Ochsenleder über und unter diesem Ringe verhindern das Eindringen der äußern Luft. Die Röhre C D ist durch den Ring h auf ähnliche Art an das Stück Kupfer i i befestiget, auf welches der Teller angelöthet ist. Dieser Ring besitzet in der Mitte seiner Unterfläche eine Grube, wie solches die fig. 77. zeiget, und der Nagel k, welcher durch diesen Ring geht, ist durchbohrt, so wie solches die punktirten Linien zeigen, um dadurch Gemeinschaft mit der Glocke und dem Cylinder mittelst der Röhre C D zu haben, und auch diese abzuschneiden. Die Communicationsröhre C D ist aus zwey Stücken C und D zusammengesetzet, welche auf gleiche Art durch einen Ring wie h, welcher an die Röhre C gelöthet ist, zusammen vereiniget sind.

Der Hahn ist dem Boden der Luftpumpe sehr nahe, damit der schädliche Raum so gering als möglich ausfalle. Dieser kleine Raum (fig. 75.) l besitzet eine Länge von $\frac{3}{4}$ Zoll; und ist im Diameter $\frac{1}{12}$ Zoll. Um die Luft wieder unter die Glocke, oder von da in die freye Luft zu

 lassen,

lassen, wird der Hahn so gestellet, wie es die fig. 74. vorstellet.

Der Boden der Luftpumpe (fig. 75.) b b, welcher eine ebene kupferne Platte ist, ruhet auf 4 kleinen kupfernen Säulen von $3\frac{1}{4}$ Zoll Länge, welche in einen andern kupfernen Ring eingelassen sind, der auf dem Grunde der ganzen Maschine hinlänglich befestiget ist. Das Getriebe, woran der Stempel auf- und niedergewunden wird, befindet sich über dem Cylinder in einem hölzernen Gehäuse d d, auf welchem zu beyden Seiten gerade über den Säulen f f kupferne Vasen stehen. Diese Vasen werden an starke eiserne Stäbe, welche durch die Säulen f f hindurchgehen, fest angeschraubt, so wie auch die eisernen Stäbe durch Schrauben im Fußboden bey g g befestiget sind. Die metallene Platte h h des Stempels ist an die gezahnte Stange desselben befestiget, und besitzet das cylindrische Stück i mit einer Mutterschraube, an welches das kupferne Stück l l vermittelst der Schraube k fest angeschraubet werden kann. Zwischen h h und l l liegen lederne Scheiben über einander, welche eben vermittelst der Schraube k sehr fest zusammengepreßt werden können.

An dem kupfernen Stück (fig. 76.) i i unter dem Teller befindet sich der Hahn m in einem ausgebohrten metallenen Stücke, worein die gläserne Röhre n n eingeschraubet werden kann. Diese gläserne Röhre dienet zur Barometerprobe, und dieserwegen ist das untere offene Ende in ein Gefäß mit Quecksilber gestellet. Zur Seite dieser Röhre ist ein kleines Lineal von Holz, welches in Zolle eingetheilet ist, und auf dem Quecksilber schwimmt.

Statt der gewöhnlichen Barometerröhre bedienet sich der Herr **van Marum** einer Röhre in Gestalt eines Hebers (fig. 78.), in welcher ein Theil a a mit ganz reinem und ausgekochtem Quecksilber angefüllt ist. Diese Röhre ist an ein Bret, welches gehörig in Zolle eingetheilet ist und auf einer metallenen Platte stehet, befestiget. Der Unterschied der Höhe des Quecksilbers in a a und b b am Ende

der

der Verdünnung zeiget an, zu welcher Höhe das Quecksil-
ber durch den Druck der Luft oder einer andern elastischen
Flüssigkeit erhaben ist, welche in dem Recipienten zurück-
bleibt, worein die Röhre gestellet worden.

Wie stark die Wirkung dieser Luftpumpe in Ansehung
der Verdünnung der Luft ist, beweiset folgender von dem
Herrn **van Marum** angestellter Versuch. Er nahm eine
Kugel, welche 906 Cubikzoll Raum faßte; in dieser hatte
er die Luft mehrere Mahl so sehr verdünnt, daß die zurück-
gebliebene Luft nur noch eine Quecksilbersäule von einer Linie
Höhe tragen konnte. In kleinern Recipienten von 50 bis
100 Cubikzollen Raum trieb er die Verdünnung so weit,
daß die zurückgebliebene Luft im Stande war, nur noch eine
Quecksilbersäule von ½ Linie Höhe zu tragen.

Bey verschiedenen Experimenten der neuern Chemie hat
man nöthig, einen gewissen Theil atmosphärischer Luft,
welche in Gefäßen eingeschlossen ist, in andere verschlossene
Gefäße zu leiten, um zu untersuchen, welche Mischung die-
selbe mit einer andern Luftart eingehet. Um nun diese Luft-
pumpe zu diesem Zwecke einzurichten, hat der Herr **van
Marum** folgende Vorrichtung angebracht. Es wird näm-
lich an das äußerste Ende des Hahns das metallene Stück
(fig. 79.) angeschraubet, so daß der conische Theil a in ei-
nen eben solchen conischen ausgehöhlten Theil des Hahns
genau einpasset, und von welchem er mittelst der Mutter-
schraube c c fest gehalten wird. Der andere Theil b dieses
Stücks, welches der Länge nach ganz durchbohrt ist, wie
solches die punktirten Linien vorstellen, hat eine gewöhnliche
Bedeckung von Leder d, das die Oeffnung verschließt, wor-
über man das metallene Stück fg schraubet, so daß es an
dem hervorspringenden Rande e e stark angepreßt wird. Ein
wenig erweichtes Wachs über den Rand e e geklebt verhin-
dert alsdann das Eindringen und Herausgehen der Luft gänz-
lich. Das Stück fg hat in dem Theile g eine conische
Aushöhlung, in welcher man die Oefnung einer beugsamen
Röhre, die daselbst ebenfalls conisch seyn muß, anbringen

 kann.

kann. Die andere Oeffnung dieser Röhre, welche auch conisch ausläuft, wird in das metallene Stück (fig. 80.) eingepaßt, das man an den Rand einer pnevmatischen Wanne durch Hülfe der Schraube a befestiget. In dem Theile b dieses Stücks wird eine gläserne krumme Röhre eingekittet, durch welche die Luft aus einem Gefäße auf dem Gesimse der pnevmatischen Wanne geleitet wird.

Man sieht leicht ein, daß mit abwechselnder Stellung des Hahns diese Luftpumpe zum Verdichten gebrauchet werden könne.

Außer den bisher beschriebenen Arten von Luftpumpen hat man noch andere ganz eigenthümliche Arten derselben vorgeschlagen, bey welchen besonders das Quecksilber zur Hervorbringung leerer Räume gebrauchet wird, und welche daher auch **Quecksilberpumpen** oder **hydraulische Luftpumpen** genannt werden. Die erste Erfindung dieser Art ist schon im Jahre 1722 von dem Schweden, **Emanuel Swedenborg** *), gemacht werden. Sein Vorschlag ist dieser: auf dem Tische (fig. 81.) a steht die gläserne Glocke b; c und d sind zwey Oeffnungen, jede mit einer Klappe versehen; die Klappe c verstattet der Luft einen Ausgang aus der Glocke, und die Klappe d einen in die freye Luft. Unter dem Tische schließt ein eisernes hohles kegelförmiges Gefäß e an der untern Fläche desselben genau an, so daß seine Höhlung die beyden mit Klappen versehenen Oeffnungen c und d umfasset. Mit diesem Gefäß ist ein lederner Schlauch f f verbunden, welcher am äußersten Ende noch eine eiserne sehr dünne Röhre g g enthält. Gießt man nun durch m so viel Quecksilber ein, daß der Schlauch f f und ein Theil von e angefüllet wird, und hebt hiernächst g in die Höhe, so steigt das Quecksilber in e bis an das Tischchen; senkt man hierauf g wieder bis unter die Höhe

*) Miscellanea obseruata circa res naturales et praesertim circa mineralia, ignem et montium strata. Lips. 1722. 8. p. 101. die Recens. hiervon in den actis erudit. Lips. 1722. mens. Maji p. 264. und Grens Journal der Physik B. IV. S. 407 u. f.

Höhe von 28 Zoll herab, so fällt das Quecksilber in e, und zieht die Luft aus der Glocke durch die Klappe c nach sich, welche durch die Klappe d ins Freye gehet, wenn an g wieder gehoben wird. Durch dieses abwechselnde Heben und Niederlassen kann die Luft unter der Glocke ausgepumpet werden. Noch ist im Tische bey z eine Oeffnung befindlich, welche man mit einem Stöpsel verschließen kann, um im nöthigen Falle Luft wieder einzulassen. Man sieht wohl, daß dieser Vorschlag des Herrn **Swedenborg** schwerlich eine Ausführung zuläßt, weil der lederne Schlauch nicht ganz quecksilberdicht verfertiget werden kann. Indessen hat doch diese erste Angabe sehr viele Aehnlichkeit mit der Einrichtung, welche eine geraume Zeit darnach D. **Joseph Baader** in München angegeben, und selbst beschrieben hat [a]). Die fig. 82. stellt einen vertikalen Schnitt dieser Pumpe vor. Mit dem eisernen Gefäße A ist die Röhre a b mit dem sengerdischen Hahne c b oberhalb und die Röhre f f unterhalb verbunden. Letztere hat eine Länge von etwa 32 Zoll, woran ein heberförmiges Stück m mit dem kleinen Gefäße B befestiget ist. Von diesem Gefäße B geht noch eine enge Röhre p p schief hinauf, welche sich in einen blechernen Trichter C dem Hahne b c gegen über endiget. Wird die Glocke auf den Teller bey a gesetzet, und der Hahn so gestellet, daß der innere Raum des Gefäßes A mit der äußern Luft in Verbindung ist, außerdem aber auch der Hahn o verschlossen, so kann man nun durch den Trichter C alles bis nahe unter dem Hahn b c mit Quecksilber anfüllen. Hierauf drehet man den Hahn so, daß die Glocke mit dem Gefäße A Gemeinschaft hat, und öffnet den Hahn o. Das Quecksilber fängt an bey n auszulaufen, bis es in den Schenkel f f an die Linie h h kömmt, wo die Elasticität der verdünnten Luft über h mit dem Gewicht der Quecksilber-

a) Lorenz Hübners physikalisches Taschenbuch für Freunde der Naturgeschichte. Jahrg. 1. 4tes Viertel. Salzburg 1784. S. 650. *Hindenburg.* progr. de antlia Baaderiana hydrostatico-pnevmatica. Lips. 1787. 4. ingl. gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. V. St. 2. S. 91 u. f.

säule hm zugleich dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht hält. Hiernächst wird der Hahn bc wieder in die vorige Stellung gedrehet, der Hahn o verschlossen, und das in einem Gefäße aufgefangene Quecksilber wieder in den Trichter C gefüllt, wodurch alles von neuem gefüllt, und die aus der Glocke in das Gefäß getretene Luft ins Freye durch den Hahn bc getrieben wird. Man sieht leicht, daß durch dieses wiederhohlte Verfahren die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden könne. Herr **Baader** hat nachher einen andern Vorschlag zur Verbesserung seiner Luftpumpe angegeben *). Statt daß sonst die Röhre pp durch das heberförmige Stück m mit der Röhre ff fest verbunden war, wird sie jetzt durch ein Gewinde, welches den Fügungen der Gelenke an den Röhren der Feuerspritzen ähnlich ist, an der festen Röhre ff beweglich gemacht. Diese bewegliche Röhre pp ist so lang, daß ihr oberes Ende in der vertikalen Stellung mit dem horizontalliegenden Hahne bc in einerley Ebene fällt. An die Röhre pp ist oben ein kugelförmiges Gefäß befestiget, welches an körperlichen Inhalt mehr beträgt, als das Gefäß A, damit der Druck des im kugelförmigen Gefäße enthaltenen Quecksilbers dasselbe durch die enge Röhre pp in das Gefäß A treiben könne, welches bey der vorigen Einrichtung nicht möglich war. Wird nun an dieser verbesserten Luftpumpe alles so gestellet, daß das Gefäß A mit der äußern Luft Communikation hat, und bey vertikaler Stellung der Röhre pp Quecksilber in das kugelförmige Gefäß gegossen, bis es an den Hahn bc in der andern Röhre gehet, so verschließt man den Hahn bc, und drehet die bewegliche Röhre pp in die horizontale Lage. Dadurch verwandelt sich die Maschine in eine Art von Winkelbarometer, und das Quecksilber kann nicht mehr in der Höhe mb erhalten werden, weil sie größer als 28 Zoll ist. Mithin fällt es nun herab, tritt aus dem Gefäße A heraus, und würde 28 Zoll über dem Niveau des andern Gefäßes stehen bleiben, wenn sich über ihm eine völlige Leere bildete.

*) Grens Journal der Physik B. II. S. 326 u. f.

bildete. Da aber die Luft unter der Glocke sich ausdehnet, und dem fallenden Quecksilber nachfolget, so drückt sie vermöge ihrer Elasticität dasselbe noch weiter herab. Wird hiernächst der Hahn bc in die erste Stellung gebracht, die bewegliche Röhre pp wieder vertikal aufgerichtet, und nun die vorige Operation von neuem wiederhohlet, so kann dadurch der Raum unter der Glocke immer mehr luftleer gemacht werden.

Auch Herr Hindenburg *) hat einen Vorschlag zu einer hydraulisch-pneumatischen Luftpumpe gethan, und folgenden wesentlichen Mechanismus einer solchen Einrichtung angegeben. Der Stiefel B (fig. 83.) und die daran befindliche Röhre lb sind von Eisen, der übrige Theil bk der Röhre nebst dem Gefäß A von Glas; der obere cylindrische Theil des Gefäßes A paßt in den metallenen Knopf g, worin sich ein senguerdischer Hahn befindet. Die Kolbenstange ist ebenfalls von Eisen, an welcher der Stempel durch den Griff i hin- und her beweget wird; damit aber dieser nicht so tief hineingestoßen und zu weit herausgezogen werde, dienen die beyden Schrauben aa, und die Stellschraube h an der Kolbenstange. Der Hahn gc ist so durchbohrt, daß er ein Mahl eine Verbindung des Gefäßes A mit der äußern Luft zuläßt, und, wenn er um den vierten Theil seines Umkreises gedrehet wird, eine Gemeinschaft des Gefäßes A mit der auf dem Teller ef befindlichen Glocke verstattet, und endlich, wenn er noch um einen vierten Theil des Umkreises gedrehet wird, den innern Raum der Glocke mit der äußern Luft in Verbindung bringt. Wenn nun der Stempel niedergestoßen worden, so muß der ganze Raum cbkg bis an den Hahn mit reinem Quecksilber gefüllt seyn. Bringt man hiernächst das Gefäß A mit der Glocke in Verbindung, und zieht den Stempel in die Höhe, so fällt das Quecksilber in dem Gefäß herab, und die Luft folgt selbigem aus der Glocke nach; diese Luft wird sodann durch gehörige Stellung des

*) Antliae nouae hydraulico-pneumaticae mechanismus et descriptio Lips. 1787. 4.

Hahns gc ins Freye fortgeschaft. Man sieht leicht, daß diese wiederhohlte Operation die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnen könne.

Eine andere Einrichtung einer hydraulischen Luftpumpe, welche im Wesentlichen von der hindenburgischen nicht viel abweicht, gibt Cazalet in Bourdeaux [α]) an, nur bedienet sich dieser statt des Quecksilbers des ausgekochten Wassers. Er verbindet in einem hohen Zimmer ein starkes und hinlänglich großes Gefäß mit einer engen Röhre von 34 Fuß Höhe, füllt hierauf alles mit Wasser an, und schraubt hernach den Teller mit der Glocke aufs Gefäß. Nun öffnet er den Hahn unter dem Teller, und auch den Hahn unten an der Röhre, und läßt das Wasser so lange auslaufen, bis die zurückgebliebene Wassersäule mit dem Drucke der Atmosphäre im Gleichgewicht ist. Alsdann werden die Hähne wieder verschlossen, das Gefäß von neuem mit Wasser gefüllt, und dieß Verfahren, so oft es nöthig ist, wiederhohlet. Die Uebequemlichkeit einer solchen Maschine fällt sogleich in die Augen.

Ueberhaupt sind alle diese Vorschläge von hydraulisch-pneumatischen Luftpumpen, worunter unstreitig die hindenburgische den Vorzug verdienet, nie in Ausübung gekommen.

Auch sind zur Hervorbringung luftleerer Räume die heißen Wasserdämpfe, welche schnell abgekühlt werden, vorgeschlagen worden. Herr Wilke [β]) gab zuerst folgende Einrichtung hierzu an. Eine dichte messingene Blase mit rundem Boden besitzet drey mit Röhren und Hähnen versehene Oeffnungen. Durch die untere Röhre lassen sich mittelst einer langen Zugröhre heiße Wasserdämpfe aus einem Theekessel in die Blase leiten, welche die darin befindliche Luft durch die zweyte Röhre zur Seite austreiben. Die dritte Röhre am obern Theile der Blase geht zum Teller, auf welchem die Glocke stehet. Die Blase ist mit einer dünnen messingenen Hülle umgeben,

die

α) Journal de physique May 1789. p. 334.

β) Abhandlung der königl. schwed. Akademie der Wissensch. für 1769. 31 Band S. 31 f.

die von selbiger allenthalben um $\frac{1}{4}$ Zoll abstehet, und oben offen bleibt. So lange diese Blase mit den heißen Wasserdämpfen angefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verschlossen. Sobald aber diese zur Seitenröhre auszugehen anfangen, werden die Hähne dieser und der untern Röhre verschlossen, und man gießt in die dünne messingene Hülle der Blase kaltes Wasser, bis es aus einem im Boden befindlichen Loche eben so kalt wieder herauskömmt; auf diese Weise entstehet durch Erkältung der Dämpfe ein leerer Raum, und es verbreitet sich nun, wenn der Hahn nach der Glocke geöffnet wird, die unter selbiger befindliche Luft mit durch die Blase. Durch Wiederhohlung dieses Verfahrens kann die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnet werden. Herr **Wilke** konnte in einer ganz leicht gebaueten und nicht großen Maschine dieser Art die Luft auf 130 Mahl verdünnen.

Einen ähnlichen Vorschlag, durch Hülfe der Erkältung der Wasserdämpfe einen luftleeren Raum hervorzubringen, hat der Abbé **Cajetan Berretray** gethan, welchen **Corradori** *) beschreibet. Er unterscheidet sich von dem wilkischen nur darin, daß bey der Einrichtung des **Berretray** die Dämpfe im Gefäße selbst gebildet werden, da sie Wilke aus einem andern Gefäße herbey leitet. Auf einem großen kupfernen und verzinnten Gefäße (fig. 84.) A ist der konische Deckel B genau angelöthet, aus welchem die Röhre a mit dem Hahne b herausgehet, an die eine andere am Ende d mit Schraubengängen versehene kleine Röhre c d luftdicht angeschraubet werden kann. Inwendig ist die Röhre a beynahe bis zum Boden des Gefäßes A hinuntergeführet, muß aber von selbigem so weit abstehen, daß die unterste Oeffnung l die Fläche von 3 Pfund Wasser in das Gefäß gegossen nicht berühre. Auf der andern Seite des Deckels der Röhre a gegenüber ist eine andere gebogene Röhre e f g h i angelöthet, welche ebenfalls einen Hahn besitzet, zuerst nach außen

*) Journal de physique. Fevr. 1791. p. 150. sqq. übers. in Grens Journal der Physik B. VI. S. 86 u. f.

außen geht, und nachher bey h ins Gefäß sich wendet, und bey i in das in der Mitte durchbohrte und mit Schraubengängen versehene Stück Messing i, das auf dem Deckel angelöthet ist, sich endiget, so daß also durch diese gebogene Röhre der innere Raum des Gefäßes A durch e eine Gemeinschaft mit der äußern Luft bey i hat. Auf das Stück Messing i wird nun eigentlich die Communicationsröhre mit dem Teller, der die Glocke trägt, aufgeschraubt; diese Röhre besitzet wie gewöhnlich einen Hahn. Die ganze Maschine wird von dem Dreyfuße n n n und dem eisernen Ringe k k getragen. Das zwischen den Füßen befindliche Bret m m dienet, eine Kohlpfanne darauf stellen zu können.

Beym Gebrauche dieser Maschine wird die Communicationsröhre mit dem Teller abgeschraubt, hierauf bey geöffnetem Hahne g durch den gekrümmten Canal i h g f e etwas über drey Pfund Wasser in das Gefäß gegossen, und der Hahn g wieder verschlossen. Hiernächst wird nun der andere Hahn b geöffnet, und die Kohlpfanne mit glühenden Kohlen auf das Bret m m gestellet; nach wenigen Minuten tröpfelt aus der Oeffnung d das lauwarme Wasser heraus, bis die Oeffnung l ganz von Wasser frey wird; hierauf verstärkt man das Feuer mit dem Blasebalge so viel als möglich, da dann nach einigen Minuten ein Strahl kochenden Wassers aus der Röhre treten wird, dem ein Strom von dickem und heftigem Dampfe mit häufigen Wassertropfen nachfolget, welche letztere durch Verdichtung des Dampfes an der innern Fläche der Röhre bewirket werden. Nach 3 bis 4 Minuten dieser Erscheinung wird sodann der Hahn b verschlossen, und zugleich die Kohlpfanne weggenommen, indem man sonst in Gefahr seyn würde, durch Verdampfung alles Wassers das Gefäß zu zersprengen. Nachher wird mit einem mit kaltem Wasser getränkten Schwamme der Deckel B mit dem Gefäße A abgekühlet: die Verdichtung der Wasserdämpfe wird in zwey bis drey Minuten erfolgen. Nun schraubt man den Teller in i auf, und öffnet den Hahn g, da sich dann die unter der Glocke befindliche Luft durch

die

ie Röhre i h g f e ausdehnen und ein Theil in das luftleere Gefäß A treten wird.

Wenn man noch die kleine Röhre c d an a luftdicht anschraubet, an ihr Ende eine oben und unten offene Glasröhre, welche etwa 30 Zoll lang und in Zolle und Linien ingetheilet ist, ebenfalls luftdicht anschraubet, und das untere Ende dieser Glasröhre in ein Gefäß mit Quecksilber stelet, so sieht man nach der Oeffnung des Hahns b durchs Steigen des Quecksilbers in der Röhre, wie groß der Unterschied der Elasticität der äußern Luft von der Elasticität der in der Glocke zurückgebliebenen elastischen Materie ist.

Herr **Corradori** rühmt diese Maschine wegen folgender Vortheile: 1) könne man dadurch auf ein Mahl eine sehr große Verdünnung der Luft zuwege bringen, 2) sey sie den Erschütterungen nicht unterworfen, welche bey den gewöhnichen Luftpumpen beym Aus- und Einwinden des Stempels verursachet werden, 3) könne man bey verlangter starker Verdünnung den Versuch in kurzer Zeit 8 bis 10 Mahl wiederhohlen, und 4) sey die Maschine sehr wohlfeil und eicht zu behandeln.

Um die heißen Wasserdämpfe schneller und bequemer abzukühlen, als durch den mit kaltem Wasser getränkten Schwamm, könnte noch ein cylindrisches Gefäß mit dem untern Rande auf den Deckel B gelöthet werden, dessen oberer Rand bis nahe an den Hahn in der Communicationsröhre des Tellers reichte. Durch diese Vorrichtung könnte die Verdichtung der Dämpfe sehr schnell von Statten gehen, und überdieß der Zutritt der Luft von den Hähnen abgehalten werden. Die Röhre c d müßte alsdann aus dem Gefäße hervortreten, und in der Oeffnung wasserdicht verlöthet seyn. In einer auf diese Weise eingerichteten Maschine stieg bey einem Versuche das Quecksilber in der damit verbundenen Barometerprobe bis auf eine Höhe, welche von der damahligen Barometerhöhe nur um 1 Linie abwich. Nach Herrn **Grens** Vorschlage wäre es noch vortheilhafter, das ganze Gefäß von seinem Boden an mit einem dünnen

kupfer-

kupfernen Cylinder zu umgeben, welcher nur ¼ bis ½ Zol davon abzustehen brauchte, und unten, um das Wasser abzulassen, einen Hahn hätte. Wenn alsdann der Raum zwischen dem Gefäß und dem äußern Cylinder mit kaltem Wasser angefüllet würde, so könnten auch die im Kessel befindlichen heißen Wasserdämpfe bald abgekühlet und verdichtet werden.

Endlich hat auch noch Herr D. **Ingenhouß** [α]) einen andern Vorschlag gethan, einen luftleeren Raum hervorzubringen. Die Veranlassung hierzu gab ihm die Entdeckung des Abt **Felix Fontana**, daß glühende Kohlen beym Ersticken so viele Luft verschlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nämlich ein Kohlenbecken von geschlagenem Kupfer, welches hier und da durchbrochen ist, in einen kupfernen Kessel, worein es genau paßt, eingesetzt. Der Kessel steht auf drey Füßen, und kann durch Hülfe eines Deckels luftdicht verschlossen werden, daß also die Kohlen ersticken müssen. An dem Deckel befindet sich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere ebenfalls mit einem Hahne versehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeschraubet werden kann. Die ganze Vorrichtung wird in ein großes Gefäß mit Wasser gestellt, und nach gänzlicher Erstickung der Kohlen werden beyde Hähne geöffnet. Die Kohlen verschlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche eine immer stärkere Verdünnung erleidet, wenn diese Operation wiederhohlet wird.

Was die übrige Geräthschaft anbetrifft, welche bey den Versuchen mit der Luftpumpe gebrauchet wird, so haben diese **Wolf** [β]), **s'Gravesande** [γ]) und **Nollet** [δ]) umständlich beschrieben. Eine kurze Anzeige hiervon nebst den Versuchen

α) Vermischte Schriften physisch-medicin. Inhalts, herausgeg. von Molitor; zweyte Aufl. B. I. S. 433 u. f.
β) Nützliche Versuche Th. I. Cap. 5 und 6.
γ) Physices elementa mathem. lib. IV.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1741. ingl. leçons de physique expér. leç. X.

suchen selbst findet man auch bey **Loxpitz** [α]) und **Johann van Musschenbroek** [β]). Eins der vornehmsten Stücke dieser Geräthschaft sind die gläsernen Glocken, unter welchen die Körper gebracht werden, um ihr Verhalten in verdünnter oder verdichteter Luft zu erforschen. Diese Glocken müssen von runder oder gewölbter Gestalt seyn, indem platte Glasflächen von dem Druck der Luft sehr leicht zerbrochen werden, und wegen ihrer gewöhnlichen Form haben sie auch ihren Nahmen erhalten. Die Körper, mit welchen Versuche im luftleeren oder verdichteten Raume angestellet werden sollen, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe die Glocke darübergedeckt wird, oder sie werden in der Glocke aufgehangen. In diesem letztern Falle müssen die Glocken oben eine messingene Haube mit einer oder mehreren Oeffnungen besitzen, durch welche Metalldrähte luftdicht durchgehen; diese Drähte haben unten Haken, woran die Körper aufgehangen werden; oben haben sie noch einen Handgriff, um die Körper nöthigen Falls unter der Glocke weiter herauszuziehen, oder noch mehr hineinzudrücken, oder sie zu drehen u. s. f.

Bey Verdichtungen der Luft muß noch eine eigene Vorrichtung angebracht seyn, um die Glocke fest an den Teller anzuschließen, wozu bey der smeatonschen Luftpumpe ein eigenes Schraubengestelle dienet. Der Herr **van Marum** hat bey seiner oben beschriebenen Luftpumpe zur Verdichtung der Luft folgende Einrichtung angegeben. Der Cylinder (fig. 85.) A von Glas hat eine Höhe von 13 Zoll und ist im Durchmesser 5 Zoll; die Dicke dieses Glases beträgt etwas mehr als ½ Zoll. Dieser Cylinder, deren beyde Ränder etwas hervorspringend sind, steht auf einer vollkommen ebenen kupfernen Platte B von ½ Zoll Dicke, worin das metallene Stück C mit einem Hahn eingeschraubet ist. Dieses

α) Sammlung der Versuche, wodurch sich die Eigenschaften der Luft begreiflich machen lassen. Nürnb. 1754. 4.

β) Beschreibung der einfachen und doppelten Luftpumpe, nebst einer Sammlung von verschied. nützlichen und lehrreichen Versuchen. übers. von Thenn. Augsb. 1765. 8.

ses Stück dienet, den Cylinder auf den Teller der Luftpumpe zu schrauben. Der gläserne Cylinder ist oben mit einem conischen metallenen Deckel D genau geschlossen. Diese Vorrichtung steht in einem Gehäuse, welches aus drey oben mit einander verbundenen, und unten rechtwinklig umgebogenen eisernen Stangen bestehet, und fig. 86. besonders abgebildet ist. Die Schraube H dienet vorzüglich, die Platte B an der unter Oeffnung des Cylinders, und die metallene Haube D an der obern Oeffnung genau und stark anzudrücken, besonders wenn vorher die Ränder des Cylinders mit wenig weichem Wachse sind bestrichen worden. Weil hierdurch die Platte B in dreyen Punkten, welche von einander gleich weit abstehen, fest gehalten wird, so ist man versichert, daß dadurch die Haube D und die Platte B an den Rändern des gläsernen Cylinders sehr stark allenthalben gleichförmig anschließen; man hat also dieserwegen keine Gefahr zu befürchten, daß etwa der Cylinder beym starken Anpressen zerspringe.

Die vorzüglichsten Versuche, welche sich mit einer wohl eingerichteten Luftpumpe zum Beweise der Elasticität und des Drucks der Luft machen lassen, sind folgende:

Bey Verdünnung der Luft, welche auf das Quecksilber drückt, sinkt dasselbe im Barometer, und steigt wieder durch Zulassung der atmosphärischen Luft. Ist die Röhre, welche mit der Glocke in Verbindung ist, oben offen, so steigt das Quecksilber bey der Verdünnung, und fällt bey Hinzulassung der atmosphärischen Luft wieder.

Eine Glasplatte oder eine Blase über einen metallenen Cylinder gespannt, wird durch den Druck der äußern Luft mit einem starken Knalle zersprengt, und auch Wasser durch die Blase getrieben. Auch läßt sich durch den Druck der äußern Luft Quecksilber durch starkes Holz treiben. Zwey magdeburgische Halbkugeln hängen durch den Druck der Atmosphäre stark zusammen.

Eine schlaffe, fest zugebundene Blase mit atmosphärischer Luft schwillt in verdünnter Luft stark auf, und fällt wieder

durchs

durchs Hinzulassen der äußern Luft zusammen. Der Heronsball springt durch die Elasticität der eingeschlossenen atmosphärischen Luft im guerikischen Raume, der Heber hört zu laufen auf, und eine kleine Saugpumpe saugt kein Wasser mehr im verdünnten Raume.

Aus einem Gefäße mit enger Mündung, welche im Wasser steht, tritt die Luft beym Auspumpen hervor, und die äußere hinzugelassene Luft treibt nachher das Wasser in das Gefäß hinein. Täucherchen, die im Wasser an der atmosphärischen Luft sinken, schwimmen bey verdünnter Luft.

Bey starker Verdünnung der Luft siedet nur mäßig erwärmtes Wasser, und verwandelt sich zum elastischen vollkommen durchsichtigen Dampf, welcher sich beym Hinzulassen der atmosphärischen Luft niederschläget. Bey der Bildung dieses Dampfes erzeuget sich Kälte, bey dem Niederschlagen Wärme, wie ein empfindliches Luftthermometer beweiset.

Holz, welches durch angehängtes Bley unters Wasser gebracht worden, gibt beym Verdünnen der Luft eine Menge Luftblasen von sich, und kömmt im Wasser zum Schwimmen. Holz, das von Luft leer gemacht worden, sinkt im Wasser unter.

Warmblütige Thiere sterben schnell in der verdünnten Luft, eine brennende Kerze verlöscht in selbiger, das Feuerzeug gibt keine Funken, und Schießpulver kann nicht entzündet werden.

Bey Verdünnung der Luft vermindert sich der Schall, und verschwindet beynahe gänzlich.

Luftsäure s. Gas, mephitisches.

Luftthermometer s. Thermometer.

Luftthermometer, elektrisches. Unter diesem Nahmen hat **Kinnersley** in Philadelphia ein Werkzeug angegeben, womit man die Wirkungen des elektrischen Schlags auf die Luft beobachten kann. Der Haupttheil dieses Thermometers bestehet aus einer gläsernen Röhre ab (fig. 87.) von 10 Zoll Länge und 2 Zoll im Durchmesser,

deren beyde Enden mit messingenen Kappen a und b luftdicht verschlossen sind. Auf dem Boden b dieser Röhre befindet sich Wasser. Durch eine Oeffnung in der obern Kappe geht eine kleine an beyden Enden offene Röhre h a in das Wasser auf dem Boden b. Mitten durch eine jede von diesen beyden messingenen Kappen gehen Drähte f g, e i, welche innerhalb der Röhre messingene Knöpfe haben. Diese Drähte lassen sich in jede beliebige Entfernung von einander stellen. Das ganze Instrument ist durch einen messingenen Ring an die Säule des hölzernen Stativs c d befestiget. Wenn die Luft in der Röhre a b ausgedehnet wird, so drückt sie das auf dem Boden befindliche Wasser in die Röhre a h hinauf, so daß man bey größerer oder geringerer Höhe des Wassers in selbiger die größere oder geringere Ausdehnung der Luft wahrnehmen kann.

Zum Gebrauche dieses Instrumentes ist es vortheilhaft, ein Merkmahl an der Röhre a h zu machen, und mit dem Munde durch h so viele Luft einzulassen, bis das Wasser an dieses Merkmahl aufsteige; denn nachher läßt sich das Steigen desselben besser bemerken.

Bringt man nun die Knöpfe g und i der Drähte i e und f g in Berührung, und verbindet die Ringe e und f mit der innern und äußern Belegung einer geladenen Flasche, so wird der Schlag durch die Dräthe f g und i e hindurchgehen, ohne daß sich das Wasser in der kleinen Röhre h a beweget; woraus erhellet, daß der Uebergang der elektrischen Materie durch genau verbundene Leiter die Luft nicht ausdehne.

Entfernet man aber die Knöpfe g und i ein wenig von einander, und läßt wie zuvor einen Schlag durch dieselben gehen, so wird nun das Wasser in der kleinen Röhre a h plötzlich bis beynahe an die Spitze h aufsteigen, sogleich aber auch wieder ein wenig herabfallen, welches eine Folge des plötzlichen Weichens und Wiederzurückkehrens der Luft in der Gegend des Funkens ist. Nach diesem ersten geschwinden Fallen, welches unmittelbar auf das plötzliche Steigen folgt, wird das Wasser nur langsam weiter fallen und

und nach und nach an das Merkmahl zurückkommen, an welchem es vor dem Versuche stand. Diese Wirkung beweiset, daß die elektrische Materie die Luft wirklich ausdehnet, diese Ausdehnung aber nach einiger Zeit sich wieder verlieret.

Kinnersley schloß aus diesem Versuche, daß die Ausdehnung der Luft von der Wärme herrühre. Dieserwegen gab er auch diesem Werkzeuge den Nahmen Thermometer. Sicher ist freylich dieser Schluß nicht, weil die Luft auch ohne Erwärmung ausgedehnet werden kann.

Wenn dieser Versuch im Zimmer angestellet wird, in welchem der Wärmegrad veränderlich ist, so muß auf diesen Umstand besondere Rücksicht genommen werden, weil dieses Instrument die Veränderungen der Wärme eben so, wie jedes andere Luftthermometer anzeiget.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricit. 4te Aufl. Leipz. 1797. B. I. S. 229 u. f.

Luftzünder s. **Phosphorus.**

Lunation, Mondwechsel (lunatio, phasium s. apparitionum lunae periodus, lunaison). Hierunter versteht man die Zeit, binnen welcher der Mond ein Mahl seine Veränderungen in Ansehung des Ab- und Zunehmens vollendet. Man kann diese Zeit von einer Erscheinung des Mondes, von welcher man will, bis zur Wiederkehr eben derselben rechnen; gewöhnlich aber rechnet man sie vom Neumonde an bis wieder zum Neumonde, und in diesem Falle ist sie mit dem synodischen Monate völlig einerley. M. s. **Monat.**

Auch wird der Ausdruck Lunation oft so gebrauchet, daß es die veränderten Gestalten des Mondes oder die Mondphasen selbst bedeutet.

M.

Magie, natürliche, natürliche Zauberkunst (magia naturalis, magie naturelle). Man versteht unter Magie im ganz allgemeinen Verstande die Kunst, Wir-

kungen hervorzubringen, welche übernatürliche Kräfte als Ursachen zu haben scheinen. Sonst theilte man diese Kunst in die **natürliche** und **übernatürliche Magie** ab. Bey jener lassen sich die wunderbar scheinenden Wirkungen aus Gesetzen der Natur ableiten, bey dieser aber wirken Geister mit. Diese Geister waren entweder gute oder böse, und dieß gab die **Theurgie** und die **schwarze Kunst**.

Daß diese Eintheilung der Zauberkunst ihren Grund theils in der Betrügerey habsüchtiger Menschen, theils in der Unwissenheit und theils in den Aberglauben habe, ist hinlänglich entschieden. Denn alles, was an sinnlichen Körpern erfolget, muß nach natürlichen Gesetzen erfolgen, deren Ursachen in den Kräften der Körper selbst zu suchen sind. Es kann daher keine andere, als eine natürliche Magie geben. Diese ist aber von einem großen Umfange.

Es gibt Personen, welche durch vielfältige Uebung in Hervorbringung natürlicher Erfolge eine solche Fertigkeit erlanget haben, daß der größte Hause von Zuschauern sie für übernatürliche Wirkungen hält. Schon durch Anwendungen gewöhnlicher und leichter mathematischer, physikalischer und chemischer Lehren können diejenigen gar bald getäuschet werden, welche von ihren Gründen weiter keine Belehrung haben.

In den ältern Zeiten hielt man diejenigen, welche nur einige Kenntnisse in der Naturlehre, Mathematik und Chemie besaßen, und der gemeinen abergläubischen Meinung entgegen zu arbeiten suchten, für Zauberer. Um sich gegen dergleichen Beschuldigungen zu rechtfertigen, gab im dreyzehnten Jahrhunderte der für damahlige Zeit zu gelehrte **Roger Bacon** das Werk [α]) heraus, worin er von seinen Entdeckungen Nachrichten ertheilet. In den neuern Zeiten haben **Johann Baptista Porta** [β]) und der **P. Schott** [γ]) ähnliche

α) Opus majus ad Clementem IV. Pontif. Rom. Ex MS. codice Dublinensi primum edidit S. *Jebb*. M. D. London. 1773. fol.

β) Magiae naturalis s. de miraculis rerum naturalium lib. IV. Neap. 1558. fol. 1650. 8. 1664. 12.

γ) Magia naturalis naturae et artis. Francof. 1657. 4.

ähnliche Schriften dieser Art abgefaßt, wiewohl letzterer noch stark an übernatürliche Magie glaubte.

Verschiedene physikalische und mathematische Kunststücke hat ein französischer Schriftsteller α) gesammelt, welche **Schwenter** in Altorf β) mit verschiedenen Vermehrungen ins Deutsche übersetzet, und wozu **Harsdörfer** noch zwey an innern Werth nicht so brauchbare Theile beygefüget hat. Andere ähnliche Sammlungen veranstalteten **Ozanam** γ) und vorzüglich **Guyot** δ).

Gleichwohl ist die übernatürliche Magie in den neuern Zeiten durch einen berühmten Arzt ε) gar sehr vertheidiget worden. Ja es gibt selbst noch heutzutage nicht bloß unter den ganz Unwissenden noch viele Personen, welche bey wunderbar erfolgenden Erscheinungen eine übernatürlich wirkende Kraft annehmen. Um nun diesen Aberglauben immer mehr zu vertilgen, hat man es für nöthig gehalten, die natürliche Magie durch eigene Anleitungen gemeinnütziger zu machen. Dahin gehören besonders **Wiegleb** ζ), **Funk** η) und **Halle** ϑ).

Magnet (magnes, aimant). Diesen Nahmen führet ein besonderes Eisenerz, mehrentheils von einer schwärzlichen oder schwarzbraunen Farbe, welches die Eigenschaft besitzet, das Eisen an sich zu ziehen, und mit ziemlicher Kraft an sich zu halten.

Wenn einem Magnet ein Stück leicht bewegliches Eisen nahe genug gebracht wird, so wird sich dieses gegen den

α) Recréations mathematiques. Rouen 1634. 8.
β) Mathemat. und philosoph. Erquickungsstunden. Nürnb. 1651. 4.
γ) Recréations mathematiques et physiques. à Paris 1697. II. Tom. 8.
δ) Nouvelles recréations physiques et mathem. Paris. Vol. VII. 8. Neue physische und mathematische Belustigungen a. d. Fr. Augsburg. VII. Theile. 1770 — 1777. 8.
ε) *Anton de Haen* de magia. Lipſ. 1775. 8.
ζ) Die natürliche Magie, Berlin und Stett. 1779. 8. mit Eberhards Abhandlung von der Magie, fortgesetzt von Rosenthal. Berlin 1789. 8.
η) Natürliche Magie. Berlin und Stettin 1789. 8.
ϑ) Magie in Versuchen, 4 Bände. Berlin 1783. 8. fortgesetzte Magie, 8 Bände.

Magnet hin bewegen, an selbigem mit einer ziemlichen Kraft hängen bleiben, und der Trennung einen merklichen Widerstand entgegensetzen; eben dieß geschiehet auch umgekehrt, wenn der Magnet Beweglichkeit genug hat, so beweget er sich gegen das Eisen hin. Diese anziehende Wirkung des Magnets und Eisens gegen einander ist nach der Stärke der magnetischen Kraft in ziemlichen Entfernungen bemerkbar. Bringt man z. B. einen Magnet über Eisenfeile, die auf einem Papier liegen, so fliegt diese hoch auf, und legt sich an den Magnet wie ein Bart an; eine Nehnadel an einem Faden aufgehangen beweget sich gegen einen entfernt gehaltenen Magnet u. s. f.

Das Merkwürdigste bey den Magneten ist, daß man an ihnen gewöhnlich zwey gerade einander entgegengesetzte Punkte findet, wo sich die kleinen Eisenfeilspitzen in größter Menge und senkrecht auf die Oberfläche anlegen. Diese beyden Punkte nennt man **die Pole des Magnets**, und zwar, wegen ihrer Richtungen den einen den **Nordpol**, den anderen den **Südpol**. Die gerade Linie von dem einen Pole zum andern heißt die Axe des Magnets. Es lassen sich diese beyden Punkte oder Pole des Magnets durch verschiedene Mittel finden. Am besten sind sie durch einen feinen, 2 bis 3 Linien langen eisernen Draht zu bestimmen; fährt man nämlich mit diesem auf der Oberfläche des Magnets herum, so wird es sich gerade über den Polen senkrecht aufstellen, und sich desto mehr neigen, je weiter es von denselben entfernet ist. Auch gibt es Magnete, die mehr als zwey entgegengesetzte Pole haben, und die **zusammengesetzte** oder **anomalische** Magnete genannt werden. Diese scheinen aus mehreren verwachsenen einzelnen Magneten zu bestehen. Bey diesen findet es sich ohne alle Ausnahme, daß nie zwey Nordpole oder zwey Südpole neben einander liegen; auch ist die Anzahl der Nordpole beständig der Anzahl der Südpole entweder gleich oder doch nur um 1 von ihr verschieden.

Muſſchenbroek ſuchte das Anziehen eines Körpers von dem Magnet auf folgende Art zu entdecken; er hing eine mit dem Magnet beſtrichene Nadel ſo frey als möglich an einem Faden auf, und bemerkte, ob dieſelbe durch Annäherung des Körpers beweget werde. Noch beſſer iſt zu dieſer Unterſuchung des Herrn **Brugmanns** Methode, den Körper auf Waſſer zu legen, welcher entweder von ſelbſt darauf ſchwimmt, oder durch untergelegte im Waſſer nicht ſinkende Körper zum Schwimmen gebracht wird, und ſodann einen ſtarken Magnet demſelben zu nähern. Auch kann man einen ſolchen Körper auf Queckſilber legen, nur muß dieſes ſehr gut gereiniget ſeyn. **Cavallo** bemerkte, daß zwar anfänglich die Körper auf dem Queckſilber frey ſchwimmen, in kurzer Zeit aber anfangen, ſich an dasſelbe zu hängen. Daher bediente er ſich lieber der Methode des Herrn **Muſſchenbroeks**, hing aber die Magnetnadel an einer Kette von Haaren auf.

Dieſes Verfahren hat hinlänglich gelehret, daß der Magnet alle Körper anziehe, welche einſeitig ſind. Sonſt war man der Meinung, daß das Eiſen in Säuren aufgelöſet von den Magneten nicht mehr angezogen würde; allein Herr **Brugmanns** in Gröningen α) hat hiervon das Gegentheil dargethan. So werden z. B. einige Tropfen friſcher Eiſenvitriolauflöſung auf einem auf dem Waſſer ſchwimmenden Papiere von dem Magnet angezogen. Auch glaubte **Cavallo** β) die Entdeckung gemacht zu haben, daß gehämmertes Meſſing magnetiſch würde; allein dieſer Magnetismus rühret bloß von dem im Meſſing enthaltenen Eiſen her, wie durch **Bennets** Verſuche γ) erwieſen iſt. Daß jedoch das Eiſen nicht das einzige Metall iſt, welches vom

α) Magnetiſmus ſ. de affinitatibus magneticis obſerv. Acad. Lugd. Batav. 1778. 4. maj. Beobachtungen über die Verwandſchaften des Magnets, überſ. mit Anmerk. von C. G. Eſchenbach. Leipz. 1781. 8.

β) Treatiſe on Magnetiſm. Lond. 1787. 8. p. 276. ſqq.

γ) Philoſoph. Transact. 1792. Vol. LXXXII. P. I. in Grens Journ. d. Phyſik. B. VII. S. 372.

Magnet angezogen wird, haben neuere Erfahrungen bewiesen. Nach Herrn **Kohl** *) wird auch der Kobalt selbst im reinsten Zustande nicht allein vom Magnet angezogen, sondern er ist auch fähig, selbst zu Magnet zu werden. Der Ritter **Landriani** meldet Herrn Hofr. **Mayer** in Prag β), daß zwey magnetisirte Nadeln dieses Metalls, welche er von des Churfürsten von Sachsen Durchl. erhalten habe, völlig so gut gewesen wären, als stählerne; nur sey der vollkommen gereinigte Kobalt, welcher sich auch ausdehnen und hämmern lasse, eine schöne Politur annehme, und an der Luft weder Glanz noch Farbe verliere, sehr schwer zu erhalten. Noch weit auffallender ist die Entdeckung des Magnetismus in einer bloßen Steinart, welche der Herr von **Humboldt** γ) gemacht hat. Er fand nämlich in den oberpfälzischen und angrenzenden Gebirgen eine Gebirgskuppe von Serpentinstein, welche einen sehr starken Magnetismus zeigte. Die Kuppe ist dergestalt gegen die Erdaxe gerichtet, daß das Gestein am nördlichen Abhange bloße Südpole, am südlichen Abhange bloße Nordpole zeigt. Die Masse bestehet aus reinem Serpentinstein, meist von lauchgrüner Farbe, welcher hier und da in Chloritschiefer übergehet. Das Gebirge hat nicht eine Achse, sondern viele, die aber nicht in einerley Ebene liegen. Zwischen zwey wirksamen Nordpolen liegt völlig unwirksames Gestein, welches aber weder durch äußere Kennzeichen, noch durch seine Mischung von dem wirksamen zu unterscheiden ist. Ein jedes noch so klein abgeschlagenes Stück hat seine beyden Pole. Was aber einen sehr wesentlichen Umstand dabey ausmacht, und zugleich beweiset, daß der Magnetismus nicht von fein eingesprengtem Magnetsteine herrühren könne, ist dieß; daß diese Steinart, welche eine so auffallende Polarität

*) Crells neueste Entdeckungen Th. VII. S. 39 ff. Leonhardi's Zusätze und Anmerkungen zu Macquers chymischem Wörterbuche B. II. Leipz. 1792. S. 896. Anm.

β) Sammlung physikalischer Aufsätze von D. Johann Mayer B. III. Dresd. 1793. 8. S. 388.

γ) Grens neues Journal der Physik. B. IV. S. 136.

ritát äußert, keine Spur von Anziehung gegen unmagnetisches Eisen zeiget. Das zerriebene Fossil hängt sich an den Magnet wie ein Bart an, aber Stücke bewegen kein Eisenstäubchen aus seiner Stelle. Das specifische Gewicht dieser Steinart geht von 1,901 bis 2,04 und ist also sehr gering.

Die Kraft, womit der Magnet das Eisen anziehet, hängt weder von seiner Härte, noch von seiner Farbe, noch auch von seiner Gestalt ab. Nach Versuchen des Herrn **Musschenbroek** [α]) wird weiches und reines Eisen von dem Magnet am stärksten angezogen; schwächer Stahl, hartes Eisen und Eisenerze. Noch schwächer ist die Anziehung desselben dagegen, wenn das Eisen in Säuren aufgelöset, oder mit andern Metallen, besonders mit Arsenik verbunden wird. Ueberhaupt lehret die Erfahrung, daß das Eisen immer um desto schwächer angezogen werde, je vollkommener es verkalkt ist, und ganz vollkommener Eisenkalk wird gar nicht mehr angezogen. **Musschenbroek** hat, um die Stärke der Anziehung des Magnets zu bestimmen, verschiedene Versuche angestellet. Er hing an eine Wagschaale einen cylindrischen zwey Zoll langen Magnet, welcher 16 Drachmen wog, stellte einen eisernen Cylinder von gleicher Größe auf den Tisch darunter, die Gegengewichte auf der andern Schaale zeigten ihm die Stärke der Anziehung. Die Resultate waren diese:

Entfernungen in Zollen	6,	5,	4,	3,	2,	1,	0.
Anziehung in Granen	3,	$3\frac{1}{2}$,	$4\frac{1}{2}$,	6,	9,	18,	57.

Ein sphärischer Magnet von eben demselben Durchmesser, dessen Anziehung etwas stärker war, gab für die vorigen Entfernungen folgende Resultate:

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340.

Nahm er statt des eisernen Cylinders eine eiserne Kugel von gleicher Größe, so waren die Resultate

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Auch stellten die P. P. **Jacquier** und **Sieur** [β]) verschiedene

α) Introductio ad philosoph. natural. §. 955. sqq.

β) Commentat. ad Newtoni princip. philosoph. Tom. III. p. 40. sqq.

dene Versuche mit dem Magnet und der Magnetnadel an, und glaubten aus selbigen das Gesetz zu folgern, daß sich die Stärke der Anziehung umgekehrt wie die Würfel der Entfernung verhalte. Nach **Daniel Bernoulli** sollte sich die anziehende Kraft des Magnets wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate seines Gewichtes verhalten. Nach einem Berichte des Herrn **Erxleben** [α]) hat **Tobias Mayer** aus Erfahrungen gefunden, daß sich die anziehende Kraft eines jeden einzelnen Theilchens des Magnets direkt wie sein Abstand vom Mittelpunkte, und verkehrt wie das Quadrat der Entfernung vom angezogenen Punkte verhalte. Dieses Gesetz hat Herr **Coulomb** [β]) vermittelst seiner sinnreichen magnetischen Wage, welche seiner elektrischen ähnlich ist, und von dieser nur in der Gestalt der Träger der Magnetnadel abweichet, nicht allein an jedem einzelnen Theile des Magnets, sondern überhaupt bey jedem Magnet bestätiget gefunden. Auch hat noch der Herr **de Saussüre** durch sein Magnetometer (M. s. **Magnetometer**) entdeckt, daß die anziehende Kraft des Magnets gegen das Eisen an verschiedenen Orten veränderlich sey.

Wenn die Seiten eines Magnets, an welchem sich die Pole befinden, recht glatt abgeschliffen werden, und dünne eiserne Platten, welche sich in dickere eiserne Massen, die wie Füße gestaltet sind, endigen, recht genau angeleget werden, so findet man, daß diese Platten, oder ihre Füße, das Eisen noch weit stärker anziehen, als das bloße Magnet. Den auf diese Art eingerichteten Magnet nennt man **bewaffnet**, oder **armirt** (armatus), und die Eisenplatten, welche sich in stärkern Füßen unten enden, die **Armaturen** oder **Panzer**. Die Platten werden mehrentheils durch ein hinlänglich starkes Eisen nach oben zu mit einander vereiniget, welches in der Mitte einen Haken hat, um den

α) Anfangsgründe der Naturlehre, §. 568 und 709. Anmerk.
β) Abhandlung über den Magnetismus; aus *de la Metherie* obfervat. sur le phys. sur l'hist. natur. et sur les arts To. XLIII. S. 249 f. übersetzt in Grens neuem Journ. der Physik. B. II. S. 298 ff.

den armirten Magnet aufhängen zu können. Um die Stärke der Anziehung des Eisens durch angehängte Gewichte bequem zu bestimmen, dienet ein eiserner Stab, welcher in der Mitte einen Haken besitzet, die Gewichte daran zu hängen, und dessen platte Enden die beiden Füße oder die künstlichen Pole des Magnets berühren. Diesen Stab nennt man den **Anker**.

Wolf *) führet aus **Mersenne** und **de Lanis** an, daß armirte Magnete 16 bis 40, ja 320 Mahl mehr Gewicht trugen, als sie ohne Armatur halten konnten.

Auch hängt die Stärke der anziehenden Kraft eines Magnetes weder von seiner Größe noch von seiner Schwere ab. Es gibt Magnete, welche nicht über 20 bis 30 Grän wiegen, und gleichwohl ein 40 bis 50 Mahl stärkeres Gewicht tragen. Große Magnete von 2 Pfund hingegen ziehen selten mehr, als ihr zehnfaches Gewicht. Oft besitzet ein kleines Stück aus einem großen natürlichen Magneten herausgeschnitten ein größeres Vermögen, als der große Stein.

Ferner lehret die Erfahrung, daß bey gleicher Entfernung die Intensität der Anziehung zwischen Eisen und Magnet dieselbe bleibt, es mag zwischen beiden ein Mittel seyn, welches es will, nur nicht ein solches, das selbst der Mittheilung des Magnetismus fähig ist, als Eisen. So wirkt der Magnet ungeschwächt und frey durch Holz, Glas, Messing, Papier u. s. f. Auch im luftleeren Raume bleibt die Anziehung dieselbige. Auf diese Eigenschafft des Magnetes gründen sich manche Spielereyen und Taschenkünste, zumahl da man im Stande ist, den Magnet so leicht zu verbergen.

Durch Eisen hingegen wirkt die magnetische Kraft auf ganz andere Art. In manchen Fällen scheint zwar das Eisen die Wirkung des Magnetes zu vermindern, in andern Fällen aber noch mehr zu befördern. Ein etwas dickes Eisenblech, etwa ein eisernes Lineal, welches wie eine Wand zwischen einen Magnet und eine Magnetnadel gehalten wird,

*) Nützliche Versuche. Th. III. Cap. 4. §. 35.

wird, vermindert die Wirkung des erstern auf leztere gar sehr; allein mit den scharfen Enden und der Länge dazwischen gehalten, nicht. Auf diese Weise kann vermittelst eiserner aneinander gelegter Stäbe ein Magnet auf eine Magnetnadel oft noch in einer Entfernung von 10 Fuß stark wirken. Auch trägt ein Magnet mehr Eisen an Gewicht, als anderes Metall, oder andere Körper, die man vermittelst Eisen an ihn anbringt.

Auch wird die Kraft eines Magnetes beträchtlich verstärkt, wenn man ihn nach und nach mehr Gewicht tragen läßt. Durch Zusetzung mehrerer Gewichte wird er endlich eine gewisse Grenze erreichen, die nicht überschritten werden kann. Im Gegentheil wird er durch eine allzugeringe Beschwerung in Ansehung seiner anziehenden Kraft ungemein geschwächt.

Der Magnet verlieret seine Kraft, wenn er glühend gemacht wird, und nachher selbst erkaltet, wenn man ihn auf Stein mit Stein schlägt oder auch nur oft fallen läßt. Auch durch den Rost, und oft durch Bliz und starke Electricität verlieret der Magnet seine Kraft.

Wenn man einen kleinen Magnet auf ein Stückchen Kork oder Holz legt, und auf diese Weise auf dem Wasser schwimmen läßt, hierauf einen andern kleinen Magnet demselben nähert, so wird man gewahr werden, daß der eine Pol des genäherten Magnetes den einen Pol des schwimmenden in einer Entfernung anziehet, und der andere Pol jenes den andern Pol dieses Magnets in einer Entfernung zurückstößt. Dieser Versuch läßt sich noch leichter durch eine stählerne auf einer Spitze ruhenden und beweglichen künstlichen Magnetnadel, deren Pole in den Spitzen liegen, zeigen. Hält man den einen Pol des Magnets an die eine Spitze der Magnetnadel, so wird diese angezogen, hält man den nämlichen Pol des Magnets gegen die andere Spitze der Nadel, so wird diese zurückgestoßen; der andere Pol des Magnets hingegen stößt diejenige Spitze der Nadel zurück, welche der erstere Pol anzieht, und zieht diejenige an,

welche jener zurückstößt. Das Anziehen und Abstoßen der Pole zweyer Magnete nimmt eben so, wie das Anziehen des Eisens von dem Magnet mit der Entfernung immer mehr und mehr ab; bey starken Magneten kann sich jedoch diese magnetische Kraft auf eine beträchtlich große Weite erstrecken. Wegen der Wirkung des Anziehens und Zurückstoßens der Pole zweyer Magnete gegen einander nennt man die einander anziehenden Pole **freundschaftliche** oder **einige** (poli amici), die einander zurückstoßenden aber **feindliche** oder **uneinige** (poli inimici). Auch nennt man Südpol und Nordpol **ungleichnahmige Pole**, Nordpol und Nordpol aber, und Südpol und Südpol **gleichnahmige Pole**.

Herr **Coulomb** hat mit seiner magnetischen Wage das Gesetz gefunden, **daß sich die anziehenden und abstoßenden Kräfte der magnetischen Materie gerade wie die magnetischen Intensitäten und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Entfernungen verhalten.**

Die Erfahrung lehret hinlänglich, daß es keinen Magnetismus ohne Polarität, und keine Anziehung des Eisens gebe, bey welcher nicht zugleich Pole bemerket würden. Ferner zeigen die Beobachtungen, daß sich sogar das magnetische Zurückstoßen in ein Anziehen verwandelt, wenn ein sehr starker Magnet einem schwachen nahe genug gebracht wird, daß die südliche Polarität in die nördliche durch Null übergehet u. s. w. Es hat daher völlig das Ansehen, als wenn es zwey magnetische Materien gäbe, deren eine die andere schwäche, und überhaupt in ihren Wirkungen gegen einander sich auf ähnliche Art verhielten, wie bey elektrischen Körpern die positive und negative Elektricität. Ob nun gleich der Magnetismus von der Elektricität, wie die Folge weiter zeigen wird, sehr verschieden ist, so kann man doch, um die Phänomene des Magnetismus befriedigend zu entwickeln, wie bey der Elektricität, zwey magnetische Materien annehmen, eine **positive** (die nördliche) und eine **negative** (die südliche), welche beide in dem Eisen und Stahle

sich

sich vereiniget befinden, sich aber durch gewisse Mittel trennen lassen, so daß sie alsdann sogleich anfangen, einander auch in der Ferne anzuziehen und zurückzustoßen, ohne jedoch mit Gewißheit zu behaupten, ob es wirklich zwey magnetische Materien gebe oder nur eine. In dieser Voraussetzung wird also in dem Magnete selbst um den einen Pol die eine, um den andern aber die andere Materie angehäuft sich befinden müssen. Man kann mit Herrn **Lichtenberg** die eine magnetische Materie mit + M und die andere mit — M bezeichnen, da also jene die nördliche und diese die südliche bedeutet.

Da wir unsere Erde selbst als einen Magnet betrachten können, welcher sich in den nördlichen Gegenden als ein — M, in den südlichen aber als ein + M zeigt, so beruhet hierauf die Richtung oder Polarität der magnetischen Pole nach Norden und Süden.

Wenn ein Stück Eisen oder Stahl an einem Magnet eine Zeitlang gehangen hat, oder auch mit demselben gestrichen worden, so wird es dadurch selbst magnetisch. Das Merkwürdige, was hierbey aber Statt findet, ist dieß, daß der Magnet von seiner eigenen Kraft nichts verlieret, und daß er dem Eisen oder Stahl nicht dasjenige gibt, was er selbst hat, sondern das Entgegengesetzte in diesem hervorbringt. Daraus läßt sich also schließen, daß in dem Eisen oder Stahle der Magnetismus nicht durch Mittheilung der magnetischen Materie aus dem Magnet erfolget seyn könne; vielmehr scheinet es, als ob beide magnetische Materien mit dem Eisen und den eisenartigen Körpern wesentlich verbunden wären, so daß sie sich zwar in ihnen trennen, aber nie von ihnen losreißen können, und daß sie in dem Eisen durch die magnetische Kraft des Magnets wirklich von einander getrennt werden. Man kann sich folglich hier vorstellen, wie bey der Elektricität, als ob die magnetische Kraft des Magnets in dem Eisen eine **Vertheilung** der magnetischen Materien bewirke, und in ihm dadurch Polarität hervorbringe, da sonst die beiden magnetischen Materien

terien im natürlichen Zustande des Eisens im Gleichgewichte sind, und folglich keine magnetische Kraft äußern können.

Ein jeder Pol eines Magnetes wirkt nämlich auf das Eisen schon in einer Entfernung. Den Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstrecket, nennt man den **magnetischen Wirkungskreis**, auch wohl die **magnetische Atmosphäre.** Bey dieser Wirkung findet das nämliche Hauptgesetz, wie bey der Elektricität, Statt.

Ein jeder magnetischer Pol sucht in demjenigen Eisen oder eisenhaltigen Körpern, welche in seinen Wirkungskreis kommen, einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus zu erwecken.

Wenn man also gleich gewöhnlich die Redensart gebraucht, daß Eisen oder Stahl durch Mittheilung magnetisiret werde, so muß man doch hier keinen wirklichen Uebergang der magnetischen Materien aus dem Magnet in das Eisen verstehen. Es wollen zwar die Herrn **Euler** und **Fuß** [a]) an den Magneten, mit welchen man Nadeln streicht, einen kleinen Verlust an magnetischer Kraft wahrgenommen haben, und selbst Herr Hofr. **Lichtenberg** [β]) ist geneigt, dieß von **Eulern** und **Fuß** bemerkte Phänomen vor eine wirkliche Mittheilung oder einen Uebergang der magnetischen Materien zu halten, indem er saget: so wie der geriebene Elektrophor bey den ersten Operationen beträchtlich verliere, welches aber bald nachlasse, und sodann gleichförmig wirke, eben so scheine auch hier vom Anfange Uebergang zugleich mit und zuletzt bloß Vertheilung zu wirken; allein es ist dieser Verlust nur so gering, daß es vielmehr scheinet, als ob sich im Magnete ein Theil + M mit — M gesättiget habe, wodurch alsdann nothwendig der Magnetismus etwas geringer ausfallen muß. Auch hat man schon längst wahrgenommen, daß starke künstliche Magnete gleich nach ihrer Verfertigung etwas von ihrer magneti-

a) Obseruat. et expérienc. sur les aimans artificiels; in *Rozier* Journal de physique. suppl. 1782. p. 3.

β) Erxleben Anfangsgründe der Naturwissenschaft §. 558. Anmerk.

magnetischen Kraft verlieren; aber auch hier scheint ein kleiner Theil von + M durch — M gebunden zu werden, wenn die bey Verfertigung von außen her bewirkte Anstrengung aufhört.

Betrachtet man nun den Zustand eines unmagnetischen Eisens, so kann man sich die Vorstellung machen, daß die beiden magnetischen Materien sich völlig binden, oder + M — M = o geben. Auf diese Weise ist der magnetische Zustand nichts anders, als Aufhebung des Gleichgewichtes der beiden M.

Aus dem kurz vorher angeführten Hauptgesetze folgt dieses allgemeine Gesetz.

Ungleichnahmige Pole der Magnete ziehen sich an, gleichnahmige Pole derselben stoßen sich ab.

Bringt man einen unmagnetisirten Stab Eisen in den Wirkungskreis eines Pols, welcher freyes + M hat, so trennt dieses beide M des Eisens, indem es — M schon in der Ferne anzieht, und daher in dem Theile des Eisens, welcher ihm am nächsten ist, — M hervorbringt, das + M hingegen zurückstößt, welches das andere Ende des Eisens empfängt. Gerade das Entgegengesetzte erfolget, wenn man den Stab Eisen gegen einen Pol bringt, der freyes — M hat. Es verhält sich also in diesem Stücke der Magnet ganz vollkommen eben so wie ein elektrisirter Körper. Ist das Eisen mit dem Pole des Magnetes in Berührung, so ist alsdann die Anziehung am stärksten. In diesem Falle ist sie aber doch noch nicht hinreichend, eine dauernde Trennung der beiden magnetischen Materien in dem Eisen hervorzubringen. Entfernet man nämlich das Eisen von dem Pole des Magnetes wieder, so zeiget dieser seine magnetische Kraft ohne Verlust wieder; in dem Stabe aber, wenn er von weichem Eisen ist, binden sich die beiden M, und werden = o; ist er hingegen von Stahl, so dauert die Trennung der beiden magnetischen Materien etwas länger, und er behält in dem Ende, das mit dem Pole in Berührung war, — M, am andern entgegengesetzten Ende aber + M,

oder

oder gibt Spuren eines Magnetismus, den man gewöhnlich einen **mitgetheilten** nennt.

Weil es also mit der Mittheilung des Magnetismus bloß auf dem Gesetze der Vertheilung beruhet, so läßt sich daraus auch leicht begreifen, daß die magnetische Kraft ungehindert durch Glas, Holz, Messing, Papier u. dergl. wirken könne. Denn dergleichen unmagnetische Körper sind eben so wenig den Wirkungen der Vertheilung hinderlich, als das Glas den elektrischen Wirkungskreisen. Hingegen Eisen, welches zwischen einen Magnet und eine Magnetnadel gebracht wird, erleidet selbst eine Vertheilung der magnetischen Materien vom Pole des Magnets, und muß folglich nun auf anderes davon entfernteres Eisen ganz anders wirken.

Bringt man die flache Seite eines eisernen Lineals gegen das + M eines Magnets, so stößt dieses das + M des Lineals auf die entgegengesetzte Seite, wo es eine große Fläche findet, über die es sich verbreitet. Dadurch wird also nothwendig der Wirkungskreis gegen eine dahinten stehende Magnetnadel verkürzt, und kann folglich nicht mehr so stark auf sie wirken, als das + M des Magnets ohne dazwischen gestelltes Lineal würde gewirket haben. Bringt man hingegen das eiserne Lineal der Länge nach zwischen einen Magnet und eine Nadel, so stößt das + M des Magnets das + M des Lineals nach dem andern schmalen Ende des Lineals, wo es sich nicht verbreiten kann, wohl aber der Nadel näher ist. Dadurch wird folglich der Wirkungskreis des Magnetes erweitert.

Wenn man zwey stählerne Nadeln an feinen Fäden dicht neben einander aufhängt, so werden diese, so bald man den einen oder den andern Pol eines etwas starken Magnetes ihnen von unten nähert, von einander fahren, und sich zurückstoßen. Denn die Nadeln erhalten an ihren Enden durch den Wirkungskreis des Magnetes einerley M. Nähert man den Magnet den Spitzen der Nadeln noch mehr, so zieht er sie an, und die Spitzen der Nadeln hängen sich zu-

legt an ihn. Es liegen folglich in diesen Spitzen Pole, welche dem genäherten Pole des Magnetes entgegengesetzet sind. Indem sich aber die Spitzen der Nadeln unter einander und dem Pole des Magnetes nähern, stoßen ihre Köpfe sich noch immer zurück. Nimmt man hiernächst den Magnet von den Nadeln wieder weg, und entfernet ihn von selbigen, so dauert die Divergenz noch eine Zeitlang, welche aber sogleich aufhören würde, wenn man statt der Nadeln Draht von weichem Eisen genommen hätte.

Hängt man daher an den einen Pol des Magnetes ein so großes Gewicht, als er nur tragen kann, so fällt dieses ab, sobald man ein Stück Eisen jenem Pole nahe genug bringt, weil der nächste Theil des Eisens durch die Vertheilung einen entgegengesetzten Pol erhält, und also das Gewicht zurückstößt. Bringet man aber unter das Gewicht, welches der Magnet träget, eine eiserne Platte, so ist nun der Magnet im Stande, noch etwas mehr zu tragen. Man nehme nämlich in diesem Falle an, der Pol habe + M, so wird nun das von diesem zurückgestoßene + M am untern Ende des angehangenen Gewichtes durch die eiserne Platte mehr beschäftiget, mithin wird mehr — M frey, das sich ans obere Ende begibt, und dadurch die Anziehung verstärket. Auf diese Weise kann man mit einem Magnete von einem Ambos mehr Eisen aufheben, als von einem hölzernen Tische. Daher wird es auch begreiflich, wie die magnetische Kraft eines Magnetes durch mehr angehangenes Eisen immer mehr vergrößert werde. Diese Anziehung wird aber noch größer, wenn statt der eisernen Platte das — M eines andern Magnetes unter das Gewicht gehalten wird.

So wie ein Magnet auf das Eisen wirkt, eben so wirkt er auch auf einen andern Magnet. Nähert man nämlich zwey Magnete von gleicher Stärke mit ihren ungleichnahmigen Polen, so ziehen diese einander selbst stark an. Weil sich nun in diesem Falle die beiden M vollkommen binden, so können sie auch in diesem Zustande kein Eisen anziehen, und

und dasjenige fält ab, was vorher an ihnen hing. Nähert man sie aber mit ihren gleichnahmigen Polen, so stößt nun zwar die magnetische Materie des einen die Materie des andern zurück, allein sie wirken desto heftiger auf Eisen, und zeigen alle magnetische Erscheinungen mit einer größern Intensität.

Sind hingegen die einander genäherten Magnete von ungleicher Stärke, so sind die magnetischen Erscheinungen noch weit mannigfaltiger. Nähert man sie mit ihren gleichnahmigen Polen, so wird schon das $\pm$ M des schwächern Magnetes, noch ehe es das $\pm$ M des stärkern Magnetes berühret, $= 0$, und zeiget folglich in diesem Zustande gar keine magnetische Kraft. Wird hierauf der schwächere Magnet dem stärkern noch näher gebracht, so erhält jener sogar das entgegengesetzte $\mp$ M, und wird nun vom stärkern $\pm$ M angezogen. Bringt man hingegen die ungleichnahmigen Pole gegen einander, so wird das $\pm$ M des schwächern Magnetes, je näher es dem $\mp$ M des stärkern Magnetes kömmt, anziehen, bis die Anziehung beider Magnete an einander in der Berührung am stärksten ist.

Wenn der eine Pol des Magnetes mit etwas beschäftiget wird, so ist nun der andere Pol im Stande stärker zu wirken, d. h. das $+$ M an dem einen Ende wird freyer, wenn mehr — M an das andere Ende herbeygezogen wird. Daraus lassen sich die Vortheile von der Bewaffnung eines Magnetes beurtheilen.

Wenn man eine dünne Stange von Eisen oder Stahl an dem einen Ende, z. B. mit dem Nordpol eines starken Magnetes berühret, so erhält dieses Ende eine südliche, gegen das obere Ende des Stabes hin aber eine nördliche Kraft. Bringt man nämlich den Nordpol eines Magnetes auf das Ende (fig. 88.) a der stählernen oder eisernen dünnen Stange a c, so wird er von a an bis auf eine gewisse Weite gegen c hin südlich, nachher nördlich. Es liegen also in der Mitte des Stabes Punkte, welche weder südlich noch nördlich sind. Streicht man mit dem Pole

des Magnetes von a gegen c fort, so wird die südliche Kraft bey a immer schwächer, bis man an b kömmt, wo sie = o wird, hingegen wird die nördliche Kraft bey c immer größer, bis man am Punkt p kömmt, wo sie bey c die größte Stärke erreichet hat. Indessen fängt nun auch a an eine nördliche Kraft zu zeigen. Entfernet man alsdann hier den Pol des Magnetes von dem stählernen Stabe, so behält er die magnetische Kraft eine Zeitlang, und man hat einen sogenannten künstlichen Magnet von drey Polen a, p, c, an welchen die beiden Enden a und c einerley Polarität zeigen. Diese Erscheinung hat man schon längst gekannt, und ist von **Hamberger** [α]) die **Partialität** der **Magnetnadel** (partialitas acus magneticae) genannt worden.

Wird das Streichen mit dem Pole des Magnetes weiter fortgesetzet, so nimmt die nördliche Kraft bey c wieder ab, bis man auf den Punkt d gekommen ist, wo die Kraft bey c = o wird. Streichet man bis ans Ende c, so erhält nun c eine südliche Kraft, und der stählerne Stab ist ein künstlicher Magnet von zwey Polen a und c. Durchs Zurückstreichen von c bis a wird demselben alle magnetische Kraft wieder benommen. Die Wirkungen des ganzen Strichs sind schon längst bekannt gewesen; die beiden Punkte b und d, die **Indifferenzpunkte** oder die **Punkte der Gleichgültigkeit** aber sind von **Brugmanns**, und der **culminirende Punkt** p ist von **van Swinden** [β]) entdecket worden. M. s. **Indifferenzpunkte**. Der Herr **van Swinden** hat über diese drey Punkte sehr viele Versuche angestellet, deren Resultate auch **Cavallo** [γ]) anführet. Sie ergeben, daß die Lage dieser Punkte nicht allein von der Länge des Stabes, sondern auch von der Dicke und Härte desselben und von der Stärke des Magnets abhangen.

Nach

α) Elementa physices. Jenae 1735. 8. §. 396.

β) Tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis. spec. I. Franeq. 4. maj.

γ) Abhandlung vom Magnetismus aus dem Englischen. Leipzig 1788. 8. S. 55 f.

Nach dem Gesetze der Vertheilung der magnetischen Materien lassen sich diese Erscheinungen sehr leicht begreifen. Der Pol + M zieht in dem eisernen oder stählernen Stabe das — M gegen den Punkt, wo er steht, so weit als sein Wirkungskreis reichet, nach dem oben angeführten, von Hrn. **Coulomb** entdeckten Gesetze, und stößt das + M, so weit als möglich ist, ab. Mithin wird zu Anfange nach c mehr + M gerieben, bis der Pol des Magnets nach p gekommen, hier ist nun sein Wirkungskreis so groß, daß er das + M in c weiter fort zustoßen und nach a hinzutreiben vermögend ist; außerdem aber ziehet es auch mehr — M gegen c hin und macht dadurch das + M in c immer mehr ruhend. Natürlich wird durch Zurückstreichen alles wieder in das vorige Gleichgewicht gebracht.

Eben diese Wirkungen erfolgen, nur mit Verwechselungen der magnetischen Kräfte, wenn man das Streichen des Magnetes mit dem südlichen Pole unternimmt. Hieraus folgt also das allgemeine Gesetz:

Beym Streichen der Stäbe mit ± M entsteht jederzeit da, wo man zu streichen aufhöret, der Pol ∓ M, in einiger Entfernung davon aber fängt der Magnetismus ± M an.

Selbst der Magnetismus unserer Erdkugel, welche in den nördlichen Gegenden den Pol — M, in den südlichen den Pol + M hat, bewirket durch ihren Wirkungskreis die Erscheinungen der Magnetnadel. M. s. **Abweichung der Magnetnadel, Compaß, Neigung der Magnetnadel, Magnetnadel.**

Sehr viele schätzbare Versuche über die magnetischen Kräfte hat Herr **Coulomb** angestellet. Er hat gefunden, daß ein jeder Stab Eisen oder Stahl nur eines gewissen Grades des Magnetismus fähig ist, welcher nicht überschritten werden kann, so stark auch die Magnete sind, womit er magnetisiret wird. Er hat ferner bewiesen, daß die magnetischen Kräfte der Erdkugel, welche die verschiedenen Punkte einer Magnetnadel sollicitiren, in zwey entge-

gengesetzten Richtungen wirken; daß der Theil der Nadel, welcher sich gegen Norden richtet, gegen Norden hin angezogen wird, während der südliche Theil der Nadel es gegen Süden wird; daß, wenn die Nadel, sie mag magnetisiret seyn, wie sie will, auch unmittelbar nach dem Magnetisiren zur Hälfte durchgeschnitten, oder ein Theil davon genommen wird, die Summe der Kräfte, welche die Nadel oder den davon getrennten Theil gegen Norden sollicitiren, genau gleich ist der Summe der Kräfte, welche die Nadel oder ihren Theil gegen Süden sollicitiren. Dieß Resultat hat er aus mehreren Erfahrungen gezogen, wovon die einfachste diese ist, daß eine Nadel vor und nach dem Magnetisiren gewogen in dem einen und andern Falle genau dasselbe Gewicht hat. Noch weiter hat er durch verschiedene Versuche erwiesen, daß in Magnetnadeln von einerley Natur, deren Dimensionen homolog sind, die Momente der dirigirenden Kräfte sich verhalten, wie die Würfel der homologen Dimensionen. Wenn er z. B. eine Magnetnadel von 1 Linie Durchmesser und 6 Zoll Länge und eine andere von zwey Linien Durchmesser und 12 Zoll Länge nimmt, deren homologe Dimensionen sich folglich wie 1:2 verhalten, so sind die magnetischen Momente dieser beiden Nadeln, wenn sie bis zur Sättigung magnetisiret sind, im Verhältnisse zu einander wie 1:8, d. i. das Verhältniß der Würfel ihrer homologen Dimensionen.

Aus allen diesen Erfahrungen sucht Herr **Coulomb** darzuthun, daß in stählernen Drähten, deren Durchmesser in Vergleichung mit ihrer Länge unbeträchtlich ist, die Spuren der Thätigkeit der magnetischen Materien gegen die Enden zu concentriret sind. Die Erfahrungen haben ihn gelehret, daß die Curve, welche die magnetische Thätigkeit jedes Punktes einer Nadel vorstellet, die nämliche sey, die Länge des Stahls sey welche sie wolle, und daß sie sich vom Ende der Nadel bis auf eine Entfernung von diesen Enden, welche 25 Durchmessern gleich ist, erstrecke; daß von da bis zur Mitte der Nadel die Thätigkeit nur sehr gering ist,

oder daß die Ordination der Curve, welche diese Thätigkeit ausdrücken, beynahe mit der Axe selbst zusammenfallen. Dieß Resultat hat er durch direkte Erfahrungen zu bestätigen gesucht, indem er das Gesetz aufsuchte, nach welchem sich die magnetische Thätigkeit der verschiedenen Punkte einer bis zur Sättigung magnetisirten Nadel von ihrem Ende bis zur Mitte richtete.

Er hing an das Querstück (fig. 89.) f eine kleine Magnetnadel von 2 Linien Länge und $\frac{1}{4}$ Linie Durchmesser auf, und befestigte unten an selbiger mit etwas Wachs einen kleinen kupfernen Cylinder, unter einem rechten Winkel, welcher 2 Linien im Durchmesser und 1 Zoll Länge hatte. Sie wurde vermittelst eines ungesponnenen seidenen Fadens horizontal aufgehängt. In dem magnetischen Meridiane dieser Nadel wird ein bis zur Sättigung magnetisirter Stahldraht n f selbiger auf 3 bis 4 Linien genähert, welcher zwey Linien im Durchmesser hat, so daß der Punkt b der Achse dieses Drahtes nur zwey bis 3 Linien von der Spitze der Nadel a entfernet sey. Herr **Coulomb** nahm zuerst einen Stahldraht von 27 Zoll Länge, ließ selbigen von 6 zu 6 Linien vertikal hinab, und beobachtete jedesmahl die Schwingungen der Nadel a.

1. Versuch. Die Nadel a machte, ehe man ihr den magnetischen Stahldraht vorhielt, nahe eine Schwingung in 60″.
2. Versuch. Stellte man das Ende f des Stahldrathes dem Niveau der Nadel a gegen über, so machte diese Nadel in 60″ — — 64 Schwingungen.
3. Versuch. Das Ende f 5 Linien tiefer gesenkt, machte die Nadel in 60″ — — 58 Schwingungen.
4. Versuch. Das Ende f einen Zoll tief gesenkt, machte die Nadel in 60″ — — 44 Schwingungen.
5. Versuch. Das Ende f zwey Zoll tief gesenkt, machte die Nadel in 60″ — — 18 Schwingungen.
6. Versuch. Das Ende f drey Zoll tief gesenkt, machte die Nadel in 60″ — — 12 Schwingungen.

7. Versuch. Das Ende f $4\frac{1}{2}$ Zoll tief gesenkt, machte die Nadel in 60″ eine bis 2 Schwingungen.

Eben dieß fand noch Statt, als man das Ende f des Drahtes etwas über 22 Zoll, d. h. bis $4\frac{1}{2}$ Zoll vom andern Ende n hinabgesenket hatte, nur daß die Nadel hier einen andern Pol zukehret; sie gibt gegen dieses andere Ende und mit den correspondirenden Punkten desselben dieselbe Anzahl von Schwingungen als beym ersten Ende.

Die Thätigkeit, welche die Nadel zum Oscilliren bringt, läßt sich durch das Quadrat der Anzahl der Schwingungen, welche in einerley Zeit gemacht werden, messen. Hiernach hat Herr **Coulomb** die Curve (fig. 90.) a b c d e verzeichnet, welche die geometrische Stelle der magnetischen Thätigkeit aller Punkte der Hälfte einer Nadel von 27 Zollen Länge und 2 Linien im Durchmesser vorstellet. Die Ordinaten, welche die magnetischen Dichtigkeiten vorstellen, nahmen schnell ab, und sind beym fünften Zoll fast Null; von diesem Punkte an bis zum 22ten fällt die Curve der Dichtigkeiten mit der Axe selbst zusammen, und in den 5 letztern Zollen des andern Endes befolgen die Ordinaten wieder dasselbe Gesetz, aber in umgekehrter Richtung, so daß wenn die erstere eine positive Dichtigkeit hat, oder dessen Thätigkeit auf den Pol derselben Art repulsiv ist, die des andern Endes auf denselbigen Pol attractiv ist. Uebrigens haben Herrn **Coulomb** mehrere Erfahrungen gelehret, daß die Curve, welche an den beiden Enden des Strahldrahtes die magnetische Wirksamkeit jedes Punktes dieses Drahtes vorstellet, genau einerley ist, wie auch die Länge der Drähte sey, wenn sie nur über 8 oder 9 Zoll beträgt. Diese Curve kann nach mehreren Erfahrungen des Herrn **Coulomb** in der Ausübung als ein Dreyeck berechnet werden, welches sich nur von den Enden der Nadel bis auf eine Entfernung von diesem Ende, die dem 25 fachen Durchmesser gleich ist, erstrecket. Folglich wachsen in den Nadeln, die eine größere Länge haben, als das 50 fache ihres Durchmessers beträgt, die Momente wie die Länge der Nadeln selbst. Beträgt hingegen

gegen die Länge der Nadeln weniger, als das 50 fache ihres Durchmessers, so können die Momente ihrer dirigirenden Kräfte in der Ausübung im Verhältnisse des Quadrats der Längen der Nadeln geschätzet werden.

Es läßt sich auch Eisen und Stahl ursprünglich magnetisiren, ohne Mittheilung des Magnetismus. Hierbey kömmt es bloß auf eine geschickte Stellung des Eisens an. Es haben verschiedene Versuche gelehret, daß eiserne Stäbe, welche entweder lothrecht oder noch besser im magnetischen Meridiane gegen den Horizont unter einem Winkel, welcher die Neigung der Magnetnadel angibt, eine Zeitlang sind aufgestellet worden, magnetische Kraft erhalten. Das untere Ende eines solchen Drahtes stößt den Nordpol der Magnetnadel und zieht den Südpol. Diese magnetische Kraft dauert jedoch nicht lange; denn sobald das Eisen in eine horizontale Lage gebracht wird, so verlieret sie sich ganz. Auf eben diese Art kann man in sehr kurzer Zeit in eisernen Stangen einen Magnetismus hervorbringen, wenn man einen eisernen Stab vertikal in der Hand hält, und mit der andern mittelst eines Hammers oder eines Schlüssels der Länge herunter gelinde anschlägt. Das untere Ende wird der Nordpol, und das obere der Südpol. Kehrt man diese Stange um, und hält sie vertikal, so verwechseln sich ihre Pole. Durch Hämmern, Klopfen, Bohren, Feilen auch durch Reiben, welches mit einem starken Drucke verbunden ist, kann das Eisen ebenfalls magnetisiret werden. Auch glühendes Eisen, welches im Wasser abgelöscht wird, zeigt Polarität.

Die Erfahrung lehret, daß ein so genannter **künstlicher Magnet** das Eisen oft noch stärker anziehet, als der natürliche Magnet. Durchs Streichen mit einem armirten Magnet läßt sich stählernen viereckigen prismatischen Stangen, welche nicht so dick seyn müssen, eine starke und dauerhafte magnetische Kraft mittheilen, und zwar auf eine doppelte Art; das eine Mahl nämlich durch einen **einfachen Strich**, und das andere Mahl durch einen **Doppelstrich**.

Bey dem einfachen Striche verfährt man auf folgende Art: man legt die viereckige prismatische Stange auf die breiteste Seite gehörig fest, nimmt alsdann einen armirten Magnet, setzt den einen Pol auf die Mitte der Stange, fährt damit, ohne stark aufzudrücken, gleichförmig und langsam bis ans Ende der Stange, hierauf bringt man den nämlichen Pol wieder auf die Mitte der Stange, und fährt ebensfalls wie das erste Mahl bis ans Ende; dieses Verfahren wiederhohlet man verschiedene Mahl. Nachdem dieses geschehen, bringt man den andern Pol des armirten Magnets auf die Mitte der Stange, und fährt damit auf gleiche Art über die andere Hälfte der Stange weg. Hierdurch wird nun das Ende einer jeden mit den beiden Polen des armirten Magnets gestrichene Hälfte der viereckigen prismatischen Stange der entgegengesetzte oder freundschaftliche Pol des natürlichen Magnets.

Bey dem Doppelstriche wird dem Stabe die magnetische Kraft also mitgetheilet: man bringt beide Pole eines armirten Magnets der Länge nach auf die Platte, und streicht damit von dem einen Ende bis zum andern, und wiederhohlet dieses gleichförmige Streichen mehrere Mahl, bis zuletzt der Magnet von der Mitte des Stabes wieder abgehoben wird. Auch hier sind die Pole des dadurch magnetisirten Stabes den Polen des Magnets entgegengesetzet, welche demselben die magnetische Kraft mitgetheilet haben.

Damit sich nun die den Stäben mitgetheilte magnetische Kraft erhalte, und sich nicht mit der Zeit verringere, pflegt man zwey solche Stäbe der Länge nach neben einander zu legen, daß ihre freundschaftlichen Pole, welche mit einem Anker von Eisen verbunden sind, bey einander liegen.

Sehr oft gibt man den künstlichen Magneten die Gestalt eines **Hufeisens**. Dergleichen Hufeisen werden wie die geraden Stäbe, mittelst des Doppelstrichs magnetisiret. Man bringt nämlich beide Pole des Magnets auf die Mitte der Krümmung, führt den Magnet gegen das eine Ende hin, und streicht dann immer von einem Ende zum andern, bis

bis zuletzt der Magnet in der Mitte wieder weggenommen wird.

Diese angeführten Bestreichungen ertheilen den Stäben keinen stärkern Magnetismus, als der dazu gebrauchte Magnet selbst besitzet. In den neuern Zeiten aber hat man verschiedene Methoden erfunden, den künstlichen Magneten den größt möglichen Magnetismus mitzutheilen. Nach Herrn **Coulomb** ist die vortheilhafteste Methode, künstliche Magnete zu verfertigen, folgende: man nimmt einige 30 Bleche oder Stäbe von gefärbtem Stahl, welcher wieder bis zur consistance de ressort angelassen ist, jedes 5 bis 6 Linien breit, 2 bis 3 Linien dick und 36 Zoll lang. Das englische Stahlblech (la tôle d'acier d'Angleterre), welches in Stäbe von 1 Zoll Breite zerschnitten worden, ist hierzu am besten. Hierauf wird ein jeder Stab auf folgende Art magnetisiret: Man legt den Stab auf die Enden zweyer starken Magnete (fig. 91.) NS und SN, nimmt hierauf zwey andere starke Magnete N'S' und S'N', stellt beide auf den zu magnetisirenden Stab 7 bis 8 Linien von einander entfernet schief auf (die Punkte S und S' stellen die Südpole und die Punkte N und N' die Nordpole vor), und führt die beiden Stäbe in dieser Stellung bis an das Ende der Nadel n ſ etwa 5 bis 6 Mahl. Hierauf werden zwey rechtwinklige Parallelepipeden von sehr weichem und gut polirten Eisen, 6 Zoll lang, und 20 bis 24 Zoll breit, und 10 bis 12 Linien dick genommen, woraus die Armatur des Magnetes gemacht wird, indem man das Ende eines jeden Parallelepipedums mit Schichten der magnetisirten Stahlstäbe umgibt, so daß das andere Ende desselben über das Ende der Stäbe 20 bis 24 Linien hervorraget. Auf die erste Schichte von Stäben von 3 bis 4 Linien Dicke wird eine zweyte, welche 3 Zoll weniger in der Länge beträget, als die erste, geleget, so daß die ersten aus der zweyten um 18 Linien von jedem Ende hervorragen. Hiernächst wird alles an den Enden durch zwey messingene Ringe befestiget, welche die Stäbe gegen einander pressen, und das Herausfallen der Armatu-

ren verhindern. Die fig. 92. stellt zwey dergleichen künstliche Magnete vor, wie n und s, n′ und s′ die Enden der beiden Parallelepipeden von Eisen sind. Jeder Magnet ist durch kupferne Ringe, welche durch a und b, a′ und b′ angedeutet sind, fest zusammen gehalten. Die Anker A und B vereinigen die Pole der Armaturen.

Die Erfahrung hat Herrn **Coulomb** gelehret, daß, wenn man gewöhnliche Nadeln zu Compassen auf die beiden Enden dieser Magnete, wie vorher angezeiget ist, aufleget, dieselben bis zur Sättigung magnetisiret werden, ohne daß es nöthig ist, sie noch mit zwey andern Magneten zu bestreichen.

Außerdem hat man auch verschiedene Methoden entdecket, selbst ohne Zuthun eines andern Magnets durch bloßes Streichen unmagnetischer Stäbe künstliche Magnete von ungemeiner Stärke zu verfertigen, und auch den schon vorhandenen Magnetismus zu verstärken. D. **Gowin Knight** [α]) hatte die Erregung des ursprünglichen Magnetismus zu einer hohen Stufe der Vollkommenheit gebracht, hielt jedoch seine Verfahrungsart geheim. Nachher gelang es auch den Herren **Mitchell** [β]) und **Canton** [γ]) den ursprünglichen Magnetismus in eisernen oder stählernen Stäben zu erregen. **Mitchell** nahm einen kleinen stählernen Stab, legte selbigen zwischen zwey größere eiserne Stäbe nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und strich mit einem dritten eisernen Stabe, den er fast lothrecht, und mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. Hierdurch ward der Stahl, wiewohl schwach, magnetisiret. **Canton** brachte eine eiserne Stange in eine senkrechte Lage, und band an das obere Ende desselben einen stählernen Stab mit einem seidenen Faden fest. Hierauf nahm er einen andern eisernen Stab in die Hand, und strich mit dem untern Ende desselben

α) Philosoph. transact. num. 474. 484.

β) Treatise of artificial magnets. Lond. 1750. 8.

γ) Philosoph. transact. Vol. XLVII. p. 31. übers. im hamburg. Magazin B. VIII. S. 339 f.

desselben den stählernen Stab etwa 10 bis 12 Mahl von unten nach oben. Hierdurch erhielt das untere Ende des Stabes einen Nordpol, welcher schon vermögend war, einen kleinen eisernen Schlüssel zu tragen. Gewöhnlich nahm er statt der eisernen Stäbe eine kleine eiserne Ofengabel oder Kohlenschaufel und eine Feuerzange, welches desto bessere Dienste that, je größer und je länger sie gebrauchet wurden.

Die beste Methode, ursprünglich künstliche Magnete zu verfertigen, hat **Antheaulme** *) angegeben. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel einen etwa 12 Fuß langen Balken so an, daß (fig. 93.) a im magnetischen Meridiane gegen Norden liegt. Auf diesem Balken befinden sich der Länge nach zwey eiserne Stäbe a f und d b, welche an den Enden d und f glatt abgefeilet sind. Auf der Mitte dieses Balkens liegt ein hölzerner Würfel e, dessen Seitenlinie etwa 1 bis 2 Zoll beträgt. Zwischen diesen Würfel und eine jede eiserne Stange wird eine $\frac{1}{12}$ Zoll starke eiserne Platte d h und f g gesetzet, welche $\frac{3}{4}$ Zoll über den Oberflächen der eisernen Stangen hervorragen, und an den Kanten h und g etwas schärfer abgefeilet sind, als die eisernen Platten selbst. Will man nun den stählernen wohl polirten Stab i k magnetisiren, so reibt man ihn auf den Kanten h und g eben so wie mit den Polen eines armirten Magnets beym Doppelstriche, man setzt ihn in der Mitte auf, und reibt ihn auf den eisernen Kanten hin und her, und hebt ihn in der Mitte wieder ab. Wenn man auf diese Weise 50 bis 100 Striche verrichtet hat, so ist ein von 10 bis 12 Zoll langer eiserner Stab ziemlich magnetisiret.

Methoden, die schon vorhandene magnetische Kraft durch sich selbst, ohne einen stärkern Magnet zu gebrauchen, auf einen höhern Grad zu bringen, haben ebenfalls **Mitchel, Canton, Antheaulme** nebst **le Maire** und **Duhamel** angege-

*) Mémoir. sur les aimans artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersbourg à Paris 1760. 4. ingl. obseruat. sur les nouvelles methodes d'aimanter par *de la Lande*; in den mémoir. de Paris 1761.

angegeben. Im Allgemeinen bestehen sie darin, daß man mehrere gleich stark magnetisirte Stäbe mit einander verbindet, wodurch man schon einen stärkern Magnet erhält; hiermit macht man alsdann nach gewöhnlicher Methode andere künstliche Magnete, welche nun schon stärker als die vorigen sind, und mit einander verbunden noch weit stärker werden. Mit diesem zusammengesetzten bestreichet man alle Stäbe, woraus der erste Magnet bestehet, und mit dem daraus verstärkten diejenigen Stäbe, woraus der zweyte besteht u. s. w. Hat man z. B. bereits vier Stäbe (fig. 94.) ab, cd, ef und gh magnetisiret, so bringt man zwey davon ab und cd mit den freundschaftlichen Polen an beiden Enden in die Verstärkungsanker ik und lm; hierauf legt man ferner die freundschaftlichen Pole f und g der beiden andern Stäbe an einander, setzt sie senkrecht auf die Mitte des Stabes ab, hält sie bey fg fest, bringt die beiden Pole e und h etwas von einander, und streicht alsdann von einem Ende zum andern wie beym Doppelstrich. Nachdem man 50 bis 100 Mahl das Streichen fortgesetzet hat, hört man in der Mitte wieder auf, bringt die beiden Pole e und h wieder zusammen, und hebt sie seitwärts des Stabes von selbigem wieder ab. Auf die nämliche Art verfährt man auch mit dem Stabe cd. Hierauf bringt man die beiden andern Stäbe fe und gh zwischen die Verstärkungsanker, und streicht diese mit ab und cd wie vorhin. Dadurch wird jederzeit das zwischen den Ankern befindliche Paar stärker magnetisiret, als das stehende, und man ist vermögend, die Verstärkung durch das abwechselnde Verfahren so weit als möglich zu treiben.

Canton gibt nach solchen 50 bis 100 Vertikalstrichen noch 10 bis 12 Horizontalstriche auf folgende Weise; die obern Pole f und g der beiden reibenden Stäbe werden von einander getrennt (fig. 95.), so daß die beiden andern freundschaftlichen Pole e und h auf dem Stabe ab zusammen kommen, streicht alsdann den einen Stab fe gegen das Ende a und den andern hg gegen das Ende b hin, und

führt

führt beide nicht wieder zurück, sondern über die beiden Anker ik und lm hinaus in einem Bogen herum, bis sie in einiger Entfernung von ab mit den freundschaftlichen Polen e und h wieder zusammen kommen, da sie alsdann von neuem auf die Mitte des Stabes ab gebracht werden u. s. w.

Auch kann man zum Streichen mehr als zwey Stäbe mit Vortheil gebrauchen; man legt nämlich statt des einzelnen Stabes fe zwey, drey oder auch mehrere alle mit den Nordpolen unterwärts, und statt des einzelnen hg eben so viele mit den Nordpolen aufwärts aneinander, und befestiget sie gehörig, weil sie sich sonst nicht anziehen. Hierdurch wird die Stärke des Magnetismus noch mehr vergrößert. Wenn man mittelst kleiner Stäbe große magnetisiren will, so erreicht man seine Absicht besser, wenn man zuerst mehrere von mittlerer Größe macht, und so die großen mit welchen bestreichet, die nicht so sehr von ihnen an Größe verschieden sind, als wenn man die großen unmittelbar mit den kleinen bestreichen wollte. Auch nehmen nach einer Beobachtung des Herrn Fuß α) die Stahlstäbe am Ende eine größere Kraft an, wenn man sie etliche Mahl zurückgestrichen und ihnen die Kraft wieder genommen hat, die man ihnen gegeben.

Auf eine solche Art hat Herr **Knight** seine großen künstlichen Magnete verfertiget, die er magnetische Magazine nennt. Es waren ihrer zwey, jedes bestand aus 240 starken künstlichen Magneten, welche zusammen 500 Pfund wogen, und ein großes Parallelepipedum ausmachten. Er konnte damit nach D. **Fothergill's** Bericht β) in wenigen Sekunden die stärksten Magnete machen, und die Pole des natürlichen in einem Augenblicke umkehren.

Auch verfertigte **Knight** künstliche Magnete aus einem Teig, dem er jede beliebige Gestalt geben konnte, und welcher sich an einem gelinden Feuer zu einer steinartigen Masse

α) In *Rozier* Journal de physique. suppl. 1792.
β) Philosoph. transact. Vol. LXV. for the year 1776.

Masse verhärtete. **Wilson** [α]) hat erst nach seinem Tode bekannt gemacht, daß dieser Teig aus dem feinsten Eisenmohr und Leinöl bestand. Der verhärteten Masse gab er den Magnetismus durch sein magnetisches Magazin. Nach dem Berichte des D. **Ingenhouß** [β]) nahm er zu dieser Masse pulverisirten Magnet, Kohlenstaub und Leinöl; selbst **Ingenhouß** hat biegsame Magnete aus Eisenstaub und Wachs verfertiget.

Um alle bisher angeführte magnetische Erscheinungen zu erklären, hat man verschiedene Hypothesen aufgestellet. Lange Zeit sind die Wirkungen des Magnets bloß bewundert worden, ohne weitere Untersuchungen darüber anzustellen. Erst nach der Entdeckung der Abweichung der Magnetnadel fing man an, die magnetischen Erscheinungen von dem Magnetismus der Erde abzuleiten, und sich endlich auch an die Ursachen dieser merkwürdigen Phänomene zu wagen.

Cartesius [γ]), welcher die merkwürdigsten Bewegungen durch Wirbel feiner flüssiger Materien zu erklären suchet, nimmt auch hier eine feine magnetische Materie an, welche aus Schräubchen oder Spiralen bestehet, und aus dem Nordpol des Magnets in den Südpol überströme; eine ähnliche aus Schräubchen, welche nach der entgegengesetzten Richtung gewunden ist, ströme aus dem Südpol in den Nordpol. Im Eisen träfe man ausgehöhlte Canäle an von zwey Arten wie Schraubengänge gewunden, in welche die gedachten Materien paßten. Diese Canäle wären entweder schon vorhanden, oder die magnetische Materie forme sie zwischen den nachgebenden Fasern des Eisens. Beym Durchgange durch die Luft fänden die aus den Polen strömenden Materien Widerstand, bildeten daher Wirbel, und gingen an den beiden Seiten des Magnets in den andern Pol durch krumme Linien über.

Daraus

α) philosoph. transact. Vol. LXIX. for the year 1778. no. 5.
β) Vermischte Schriften. B. I. S. 409.
γ) Princip. philosoph. P. IV. §. 133. sqq.

Daraus wird nun erkläret, wie durch die Wirbel der Erdkugel einem jeden Magnete die Richtung ertheilet wird, und wie eben dieß erfolge, wenn zwey Magnete einander genähert werden; wie das Anziehen Statt finde, wenn die freundschaftlichen Pole zusammen kommen, indem sich die Wirbel beider Magnete in einen einzigen verwandeln müssen; wie ferner das Zurückstoßen der feindlichen Pole entstehe, indem die aus den Polen ausströmenden Materien sich Platz zu ihren Wirbeln machen müssen u. s. w. Man sieht leicht, daß die Meinung des **Cartesius** auf lauter willkürlich angenommenen Sätzen beruhet, welche auf keine Weise durch Erfahrungen bewiesen werden können, und der behauptete Widerstand der Luft ist selbst der Erfahrung entgegen, da alle magnetische Erscheinungen im luftleeren Raume auf gleiche Art von Statten gehen.

Statt der vom **Cartesius** im Eisen angenommenen Schraubengänge nimmt **Dalencé** *) bloße Canäle mit Fasern oder Klappen, welche die durchströmende magnetische Flüssigkeit nur nach einer Richtung durchlassen, nach der entgegengesetzten aber den Weg verschließen. Auch behauptete er statt des doppelten Wirbels nur einen einfachen. Auch **dü Fay** β) war dieser Hypothese zugethan, und glaubte, daß die aus dem Südpole unserer Erde ausströmende magnetische Materie in den Südpol des Magnets wieder hineingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerstand der Luft abermahls zum Südpole zurückgetrieben werde; auch meinet er, daß die Fasern des Eisens bey vertikaler Stellung eines Stabes durch ihre Schwere oder durch Hämmern u. dergl. in die gehörige Richtung kämen, und hieraus erkläret er den von **Vallemont** und **Reaumür** entdeckten ursprünglichen Magnetismus.

Nachdem die Akademie zu Paris in den Jahren 1744 und 1746. diesen Gegenstand zu einer Preisaufgabe gemacht hatte

*) Acta erudit. Lipſ. 1787. Aug. p. 424.
β) Mémoir. de l'Académ. roy. des ſcienc. Paris 1728.

hatte, so wurden die Herrn **Euler, du Tour, Johann** und **Daniel Bernoulli** dadurch veranlasset, diese Sache weiter auszuführen. **Euler** *) glaubet, daß die magnetische Materie aus den feinern Theilen des Aethers bestehe, welche sich mit den gröbern Theilen desselben nur schwer vereinigen können. Nach ihm hat der Magnet, so wie das Eisen, Canäle mit Fasern, welche sich bloß nach einerley Seite neigen, und Klappen bilden, welche die magnetische Materie nach dieser Seite hin durch- aber nicht wieder zurücklassen. Auf diese Weise dringt der feinere Theil des Aethers in den einen Pol des Magnets ein, und strömt aus dem andern Pol hervor. Der Widerstand, welchen der gröbere Theil des Aethers dem feinern thut, bewirket ein Zurücktreiben des letzern in einen einfachen Wirbel gegen den ersten Pol des Magnetes. Dieses Aus- und Einströmen aus dem einen Pol in den andern dauert so lange, bis sich endlich die feinern Theile des Aethers mit den gröbern vereiniget haben. Weil nun in der Erde eine große Menge Eisen und Magnet befindlich ist, so sind auch hier dergleichen Canäle in großer Menge anzutreffen, folglich mußte sich um die Erde ein großer Wirbel bilden.

Diese Hypothese beruhet ebenfalls auf ganz willkürlichen Voraussetzungen, die aus der Erfahrung nicht zu erweisen sind. Gesetzt auch, man wollte das Daseyn des Aethers wirklich zugeben, so bleibt die Behauptung sehr auffallend, denselben in zwey Arten von verschiedener Feinheit zu sondern. Außerdem müßte auch der Wirbel des Magnets von dem Erdwirbel beständig gestöret werden, anderer Phänomene nicht zu gedenken, welche sich daraus gar nicht herleiten lassen.

Auch **du Tour** ist der Meinung **Eulers** in Ansehung des einfachen Wirbels und der klappenförmigen Canäle im Magnet und Eisen, schreibt aber den Fasern des Eisens eine Kraft zu, die Oeffnungen im nöthigen Fall zu erweitern und

*) Opuscul. To. III. continens nouam theoriam magnetis, praemio condecor. 1744. Berol. 1757. 4.

und zu verengern. Vermöge dieser Kraft erhält die magnetische Materie während des Durchganges immer neue Stöße, welche ihr mehr Geschwindigkeit geben, als ihr der Widerstand der Luft, aus welchem er den Wirbel entstehen läßt, benehmen kann.

Johann und **Daniel Bernoulli** nehmen wie **Cartesius** einen doppelten Wirbel an, und bringen dieserwegen in das Eisen Canäle von doppelter Art, deren Klappen sich nach entgegengesetzten Seiten öffnen. Die Fasern, welche elastisch sind, drucken vermöge ihrer schwingenden Bewegung die magnetische Materie aus den zwischen ihnen befindlichen Räume durch die Klappen heraus. Die schwingende Bewegung der magnetischen Materie selbst aber wird beym Durchgange durch so enge Röhren in eine bloß fortgehende verwandelt, die sich aber beym Rückgange nach dem andern Pol nach und nach wieder herstellet.

Alle diese Hypothesen, welche die magnetischen Erscheinungen durch Wirbel der magnetischen Materie zu erklären suchen, haben sich eine ziemliche Zeit in Ansehen erhalten. Endlich setzte ihnen **Brugmanns** Gründe entgegen, welche sie ganz entkräfteten

Aepinus nimmt, um die magnetischen Erscheinungen zu erklären, so wie **Franklin** bey der Electricität, nur eine einzige magnetische Materie an. Die Elementartheilchen dieser Materie stoßen einander ab, und werden dagegen von den Elementartheilchen des Eisens und aller eisenhaltigen Massen angezogen. Andere vom Eisen verschiedene Materien und die magnetische Materie wirken gar nicht in einander. Eisen hat mit den für sich electrischen Körpern die Aehnlichkeit, daß die magnetische Materie sich darin nicht ganz ungehindert fortbeweget, und könnte also in dieser Rücksicht eine für sich magnetische Materie heißen; dagegen gibt es keine magnetische Leiter in dem Sinne, daß solche Substanzen die magnetische Materie anziehen und zugleich frey durchlassen sollten. Es erfolgen also die magnetischen Erscheinungen bloß aus dem Ueberfluß oder Mangel der na-

türlichen Menge der magnetischen Materie, und es gibt einen positiven und negativen Magnetismus mit Wirkungskreisen, in welcher die Vertheilung nach eben den Gesetzen, wie bey der Elektricität, Statt findet. Mittheilung des Magnetismus ist aber nicht vorhanden, weil es keine Leiter gibt; im Eisen selbst aber, besonders im weichen, heben sich Ueberfluß und Mangel wieder auf, und stellen das natürliche Gleichgewicht her.

Gegen dieses System von einer magnetischen Flüssigkeit hat man eben die Gründe, wie gegen die Behauptung einer elektrischen Materie, eingewendet, und es haben daher verschiedene Naturforscher lieber zwey magnetische Materien angenommen. Herr **Wilke** und Herr **Hube** geben diesen beiden Materien den Nahmen der **positiven** und **negativen**; Herr **Brugmanns** hingegen nennt sie die **nördliche** und **südliche**. Diese beiden Systeme von einer und von zweyen magnetischen Flüssigkeiten scheinen mit den magnetischen Erscheinungen, selbst mit den Erfahrungen des Herrn **Coulomb**, eines so gut, wie das andere, überein zu stimmen. Herr **Coulomb** führet aber an, daß es doch einige Phänomene gebe, welche diesen Hypothesen ganz entgegengesetzet zu seyn scheinen. Eines der vorzüglichsten ist, daß, wenn eine Magnetnadel frey aufgehänget wird, die Summe der nördlichen Kräfte, welche diese Nadel im magnetischen Meridiane sollicitiren, genau der Summe der südlichen Kräfte gleich ist. Dieß Resultat hat nicht allein bey einer Nadel Statt, die man so eben magnetisiret hat, sondern auch dann, wenn man nach dem Magnetisiren diese Nadel in verschiedene Theile schneidet. Man schneidet z. B. einen nördlichen Theil ab, so wird dieser Theil frey aufgehängt durch ganz gleiche nördliche und südliche Kräfte sollicitiret werden; aber nach den vorhergehenden Hypothesen müßte dieser Theil einzig mit nördlicher Flüssigkeit beladen seyn. Folglich ist hier die Theorie mit der Erfahrung im Widerspruche. Herr **Coulomb** sucht diesen Widerspruch dadurch zu haben, daß das magnetische Fluidum nach dem

Herrn

Herrn **Aepinus** Hypothese in jeder Grundmasse des Magnets oder Stahls enthalten sey; daß das Fluidum von einem Ende der Grundmasse zur andern treten könne, wodurch jede Grundmasse zwey Pole erhält; daß aber das Fluidum nicht von einer Grundmasse zur andern kann. Zu diesem Ende stelle man sich vor, das magnetische Stahlblech (fig. 96.) a b d c bestehe der Länge nach aus einer unendlichen Menge von Elementarfibern, wovon h f eine ist, die man sich vergrößert unter fig. 97. gedenken kann, und wo 1, 2, 3, 4, 5 u. s. kleine Magnetnadeln oder Elementargrundmassen vorstellen. In jeder einzelnen Grundmasse kann sich die magnetische Flüssigkeit von einem Ende zum andern bewegen, sie kann aber aus der Grundmasse selbst nicht heraustreten. Wenn in der ersten Nadel alles magnetische Fluidum an dem nördlichen Ende um die Quantität α verdichtet ist, so ist es in eben dieser Nadel an dem südlichen Ende jenseit des Zustandes der Neutralisirung um die Quantität α verdünnet; in der Nadel 2 wird es an dem nördlichen Ende um eine Quantität $\alpha + \beta$ verdichtet seyn können; in der Nadel 3 um die Quantität $\alpha + \beta + \gamma$; und so wird es an dem andern Ende derselben Elementarnadeln um dieselbe Quantität verdünnet seyn u. s. w. fort für alle andere Elemente dieser Fiber. Daraus erhellet, daß an dem Ende der Fiber die nördliche Kraft α seyn werde, daß an dem nördlichen Ende des zweyten Elements die nördliche Kraft auf β gebracht seyn werde, indem seine Kraft α durch die negative Kraft α des südlichen Elementes 1 aufgehoben wird; daß am nördlichen Ende des Elementes 3 die nördliche Kraft auf γ gebracht seyn wird, indem der Theil $\alpha + \beta$ durch die negative Kraft des südlichen Pols des Elementes 2 aufgehoben worden. Uebrigens ist es leicht einzusehen, daß, wenn man in der Elementarfiber (fig. 96.) h f z. B. auf der nördlichen Seite irgend einen Punkt g nimmt, dessen nördliche reducirte Kraft durch g vorgestellet wird, und man durch g eine Linie o f senkrecht auf die Länge des Blechs ziehet, die Thätigkeit des ganzen Theils a b f o auf den Punkt g, die in

 der

der Richtung hg aufgehoben wird, die Thätigkeit des ganzen übrigen Theils focd + der coarcitiven Kraft, welche das Fluidum hindert, aus jedem Elemente zu treten, das Gleichgewicht halten muß.

Nach **Kratzenstein** [α]) erfolgen die magnetischen Phänomene aus einer wellenförmigen Bewegung der magnetischen Materie, bey welcher sich die Welle an dem einen magnetischen Pole zusammenziehet, wenn die an dem andern sich ausdehnet. Die kleinern Theile des Magnets haben eine gleichförmige wellenartige Bewegung mit den Wellen der allgemeinen magnetischen Atmosphäre, wie gleichgestimmte Saiten in der Luft. Das Eisen ist der schwingenden Bewegung dieserwegen fähig, weil es einen Mangel an der merkurialischen Elementarerde besitzet, welche ein Hinderniß der Schwingungen in den andern Metallen ist. Uebrigens meinet er, daß bey den andern Körpern die Gegenwart einer Säure, oder der Mangel an Phlogiston, oder auch die geringste Dichtigkeit Schuld sey, daß sie keine magnetische Erscheinungen zeigen können.

Gabler [β]) leitet seine Theorie vom Magnetismus bloß aus dem Satze her, daß alle Eisentheilchen, jedes für sich, wahre Magnete sind, und im Eisen wegen ihrer unregelmäßigen Lage keine magnetische Erscheinungen äußern kann. Dieser Gedanke hat mit dem des Herrn **Coulomb** viele Aehnlichkeit; nur hat er weiter keine Gründe vom ersten Ursprunge des Magnetismus angeführet. Eine ähnliche Theorie hat auch **Rittenhouse** [γ]) entworfen. Dieser nimmt an, daß zwar nicht alle, aber doch viele Theile des Eisens Magnete seyn, welche aber allererst durch Anhaltung eines Magnets oder durch Hämmern ihre gehörige Lage erhalten. Außerdem behauptet er, es sey in der ganzen

α) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. I. St. 4. S. 132 u. f.

β) Naturlehre. München 1778. 8. ingl. theoria magnetis, explicauit Mat. *Gabler*. Ingolst. 1781. 8.

γ) Transact. of the american philosoph. society at Philadelphia. Vol. II. 1786. 4.

zen Natur eine Kraft verbreitet, welche sich auf diese kleinen Magnete nach der Richtung der Magnetnadel thätig erweise. Er bemühet sich dieses durch Versuche mit eisernen Stäben zu beweisen, welche in den magnetischen Meridian gelegt durch bloßes Klopfen einen Magnetismus erhalten.

Van Swinten erkläret sich ganz gegen die Annahme magnetischer Flüssigkeiten, welche doch nur ganz unzureichende und bloß hypothetische Erklärungen gewähren, indem man über ihre Natur, Bewegung und Wirkungsart durch die Erfahrung nichts ausmachen könnte. Er begnüget sich allein, die Gesetze des Magnetismus aufzufinden, und hat zu dieser Absicht viele schäzbare Versuche angestellet.

Endlich hat noch Herr **Prevost** a) eine Theorie vom Magnetismus aufgestellt, die er mit der mechanischen Physik des Herrn **le Sage** in Verbindung zu bringen suchet. Er nimmt diesem Systeme gemäß die expansiven Flüssigkeiten überhaupt für discrete Flüssigkeiten an, deren Theilchen sich nach allen Seiten zu bewegen, ein jedes nach der Richtung, in welcher es eine jede constante mechanische Ursache treibt. Eine solche discrete Flüssigkeit kann entweder **einfach** oder **zusammengesezet** seyn, die leztere ist wiederum entweder **gemengt** oder **gemischt**. In der gemischten Flüssigkeit sind alle Grundmassen gleichartig, und eine jede Grundmasse (molécule) ist von zwey oder mehreren verschiedenen Elementen gebildet.

Die magnetische Flüssigkeit ist eine discrete gemischte Flüssigkeit, deren Grundmassen durch zwey verbundene ungleichartige Elemente gebildet sind. Werden ihre Grundmassen zersezt, so verbinden sich ihre gleichartigen Elemente, und bilden so zwey magnetische Elementarflüssigkeiten, welche Herr **Prevost** im Gegensatze mit den vorigen Flüssigkeiten **rein** nennet.

a) De l'origine des forces magnétiques. à Geneve. 1788. 8. Vom Ursprunge der magnetischen Kräfte; übers. von D. L. Bourguet. Halle 1794. 8.

Eine Eigenschaft der Elemente der magnetischen Flüssigkeit ist diese, zweyerley Affinitäten unterworfen zu seyn; die eine äußert sich in der Ferne, die andere aber nur in Berührung. Vermöge der erstern ziehen sich die ungleichartigen Elemente, wenn die Anziehungen der gleichartigen gleich sind, stärker an, als die gleichartigen. Vermöge der zweyten zieht das Eisen die Elemente beider Art an, so wie auch ihre Aggregation, wenn man sie mit dem Metall in Berührung bringt,

Die magnetische Flüssigkeit ist in der Atmosphäre verbreitet, und dringt in das Innere der Erde. Ihre ungleichartigen Elemente werden auch durch die Affinität, die sie gegen einander haben, überall, wo sie frey sind, genöthiget sich zu verbinden. Daher existiret diese Flüssigkeit bloß gemischt. Da aber, wo sie nicht ganz frey sind, wie im Eisen, werden sie öfters zersetzt, und bilden reine Flüssigkeiten von beiden Arten. Im natürlichen Zustande enthält das Eisen die magnetische Flüssigkeit nur gemischt; das magnetisirte Eisen aber zersetztes Fluidum, dessen Elemente, jedes besonders verdichtet, unter der Gestalt reiner Flüssigkeit, verschiedene Stellen einnehmen, die man **Pole** nennt. Herr **Prevost** sieht hier den Magnet als einen einzigen Pol an, der mit reiner Flüssigkeit erfüllt ist. Er erkläret hieraus folgende Phänomene:

1. **Das Eisen wird vom Magnete nur in so fern angezogen, als es selbst magnetisch wird.** Denn wenn ein gemischtes Theilchen sich in gleichen Entfernungen zwischen zwey gleichen Massen des magnetischen Fluidums befindet, wovon die eine gemischtes, die andere reines Fluidum ist, so bleibet es unbeweglich, indem die Anziehungen der gleichartigen und ungleichartigen Theile von beiden Seiten vollkommen gleich sind. Eisen also, das im natürlichen Zustande ist, d. h. bloß gemischte Theile des Fluidums enthält, wird von der reinen Flüssigkeit des einen Pols nicht afficiret, so lange die Grundmassen seines Fluidums nicht zersetzet werden.

2. **Zwey magnetisirte Stäbe ziehen sich an ihren ungleichnahmigen Polen an, und stoßen sich an ihren gleichnahmigen zurück.** Die reine Flüssigkeit des magnetischen Stabes wirket nicht auf das umgebende freye und bewegte Fluidum, das nicht zersetzet werden kann; mithin wirken bloß die entgegengesetzten Pole der Stäbe auf einander. Ein jeder von diesen Polen wird nach der Stelle hingezogen; die das meiste von derjenigen Flüssigkeit enthält, welche der seinigen ungleichartig ist. Dieses bringt scheinbares Zurückstoßen der gleichnahmigen Pole hervor; denn diese streben nach der äußern gemischten Flüssigkeit, die sich in der entgegengesetzten Gegend in gleicher Entfernung befindet. Man kann daher jeden magnetischen Stab in Beziehung auf den Pol des andern Stabes als mit zwey Kräften versehen betrachten, einer anziehenden und zurückstoßenden Kraft. Jede dieser beiden Kräfte nimmt einen Mittelpunkt von bestimmter Anziehung ein. In gleichen Entfernungen werden sie gleich seyn, befolgen aber wie alle Kräfte dieser Art ein umgekehrtes Verhältniß ihres Abstandes. Jeder Pol eines magnetischen Stabes wird folglich an einem Ende durch den Ueberschuß der Kraft wirken, welche ihm die Entfernung seines Antagonisten verschaft.

3. **Wenn man einen von den Polen eines Magnets an das Ende eines Stabes von natürlichem Eisen bringt, so wird dieses Ende ein ungleichnahmiger Pol, und das andere ein gleichnahmiger.** Das reine Fluidum in der Nähe des gemischten strebt dieses zu zersetzen; allein diese Ursache der Zersetzung kann keine Wirkung auf die freye und bewegte Flüssigkeit haben. Sie muß in dem Eisen gebunden seyn, und die Verwandtschaft des letztern muß die Wirkung unterstützen. Unter diesen Umständen wird die Flüssigkeit zersetzt, und ihre Elemente geben ihren wechselseitigen Verwandtschaften nach, wovon das eine von dem reinen Fluido mehr, das andere weniger angezogen wird, als nach der entgegengesetzten Seite.

4. **Magnetisiret man einen zu langen Stab, so entstehen darauf auf einander folgende Punkte, d. i. Abwechselungen entgegengesetzter Pole.** Der Wirkungskreis einer gewissen Masse der reinen Flüssigkeit ist begrenzt. Wenn man daher einen Pol an das Ende eines Stabes bringt, so wird sich die reine Flüssigkeit von einerley Art nur bis auf einen gewissen Punkt erstrecken, mithin bleibt sie angehäuft, und wirkt auf die Theilchen, die jenseits dieser Grenze liegen, so wie es ein besonderer Pol thun würde.

5. **Wenn man die beiden Pole eines magnetischen Stabes von einander trennt, so werden die beiden getrennten Hälften des Stabes zwey Magnete, deren Pole wie vorher liegen.** Die reine magnetische Flüssigkeit ist gegen die Enden des magnetisirten Stabes verdichtet, und ihre Schichten nehmen immer mehr und mehr ab, je mehr sie sich der Mitte des Stabes nähern, wo endlich die Flüssigkeit aus gemischten Theilchen ganz zusammengesetzet ist. Zwey Ursachen hält sie in dieser gezwängten Lage; die Verwandtschaft des Eisens, welche sie hindert, sich zu bewegen, und die wechselseitige Anziehung der beiden ungleichartigen Flüssigkeiten, welche sich in jedem Pole rein befinden. Aus der Wirkung dieser Ursachen entspringt eine Art von Gleichgewicht, und eine Vertheilung der Flüssigkeit, die sie beysammen zu halten fähig ist. Wenn man die beiden Pole von einander trennt, so bleibt zwar die Verwandtschaft des Eisens, aber man hebt die Anziehung der ungleichartigen reinen Flüssigkeit. Es wird also das Gleichgewicht gestört, das reine Fluidum entfernt sich von allen Seiten, und wird durch das umgebende ersetzet. Weil die Schichten in jedem Pole ungleich sind, und gleiche oder zu wenig unterschiedene Quantitäten verlieren, um einen Ersatz nöthig zu machen, so dauert ihre vorige Ungleichheit fort, und äußert sich durch die Phänomene des Magnetismus.

6. **Die Magnetnadel behauptet eine beständige, und eine solche Richtung, daß sie immer nach dem-**

demselben Pole der Welt ein und dasselbe Ende kehret. Nach Herrn Prevost Hypothese läßt sich die Ursache hiervon also angeben. Eines von den Elementen der magnetischen Flüssigkeit, befindet sich in einer größern Menge auf der einen Halbkugel, als auf der andern. Diese Ursache ist hinreichend, und in so fern es übrigens gemischtes Fluidum gibt, ändert sie die andern Phänomene nicht. Die weitere Ursache davon ist nach Prevost eben diejenige, welche die Ungleichheit der Wärme der beiden Halbkugeln hervorbringt. Es sey entweder, daß man die Sonne als die Quelle eines der magnetischen Elemente ansehe, oder daß die Sonne, indem sie auf die magnetischen Elemente ungleich wirkt, ihre ungleiche Anhäufung in den zweyen Halbkugeln hervorbringe; oder daß man endlich diese Voraussetzungen auf die gemischte Flüssigkeit anwendet, und eine Ungleichheit in den Anziehungen ihrer Elemente zulässet, welche die übrigen Phänomene nicht stören könnte.

Von der Abweichung der Magnetnadel vermuthet Herr Prevost, sie hänge vielleicht von den Bewegungen ab, wodurch die Veränderung der Schiefe der Ecliptik, die Verrückung der Nachtgleichen, das Schwanken der Erdaxe u. dergl. bewirket werde. Hätte es seine Richtigkeit, daß der Magnetismus der Erde von den angezeigten Ursachen abhängt, so müßten ihn auch gewisse Bewegungen der Axe afficiren. Die tägliche Abweichung läßt sich nicht aus der Wirkung der Sonne auf einen innern Magnet, auch nicht aus der Wirkung auf die Eisenerze erklären, weil die Sonnenwärme nicht zu einer solchen hinreichenden Tiefe eindringt, um den Magnetismus des innern Magnets, oder der Eisenerze zu modificiren; vielleicht könne aber die Sonnenwärme den Zustand der magnetischen Flüssigkeit in der Atmosphäre oder in der äußersten Oberfläche der Erde abändern.

Alle bisher angeführte Hypothesen, um die magnetischen Erscheinungen zu erklären, haben wenig Wahrscheinliches an sich, indem sie alle auf Fictionen beruhen, die aus Erfah-

rungen

rungen gar nicht erweislich sind. Nach **de la Metherie** *) soll alles, was wir jetzt mit Sicherheit behaupten können, in folgenden bestehen: 1. es existire eine magnetische Flüssigkeit, sie sey nun von welcher Beschaffenheit, von welcher sie wolle, und 2) habe diese Flüssigkeit bey der Krystallisation des Erdkörpers und seiner verschiedenen Theile mitwirken müssen. Auch mache es die Analogie wahrscheinlich, daß diese Flüssigkeit, so wie die elektrische Materie, als ein Bestandtheil in die Körper eingehe, jedoch selbst schwache analogische Gründe ließen vermuthen, daß die magnetische Flüssigkeit der Erde mit andern ähnlichen Flüssigkeiten, welche sich vielleicht im Monde, in den Planeten und Kometen, in den Sonnen u. s. w. befinden, in Gemeinschaft ständen.

Meiner Meinung nach ist die Annahme einer oder auch zweyer magnetischen Materien gar nicht zu mißbilligen, so lange man sie bloß als eine wissenschaftliche Fiction betrachtet, welche man seinen Experimenten und Beobachtungen als Regulativ, nicht aber seinen Erklärungen und Hypothesen als Princip zum Grunde leget. Denn im letztern Falle hätte man doch von weiter nichts geredet, als was man ohnehin schon wußte, nämlich daß es irgend Etwas geben müsse, welches den Magnet magnetisch macht. Geht man aber weiter, so kömmt man zuletzt nothwendig auf cartesische Wirbel oder auf Eulers magnetische Canäle und Ventile u. dergl. Nach dem dynamischen Systeme müssen zuletzt alle Erscheinungen auf zurückstoßende und anziehende Kräfte zurückgeführet werden. Es käme hier also auf die Frage an, ob die magnetischen Erscheinungen durch die Kräfte einer wirklich vorhandenen magnetischen Materie erkläret werden müssen, oder ob sie vielleicht nur durch Kräfte anderer bekannter Materien genug thuend erkläret werden könnten? Diese Frage aber ganz befriedigend zu beantworten, ist fürjetzt unmöglich; es dünkt mir aber, es komme hierbey zuerst auf Erfahrungen an, welche uns zuletzt nothwendig hinweisen müssen, welche Materien bey Erregung und Zernichtung

tung

*) Theorie der Erde; a. d. Franz. übers. Leipz. 1797. Th. I. S. 96.

tung des Magnetismus vorzüglich mit im Spiele sind. Hierdurch erhalten wir, meiner Meinung nach, ein völliges Recht, die Kräfte solcher Materien als die ersten wirkenden Ursachen des Magnetismus so lange anzunehmen, bis andere Erfahrungen uns davon abzugehen nöthigen. Nach den oben angeführten magnetischen Erscheinungen scheint die Wärme, wo nicht die einzige, aber vorzüglich eine mitwirkende Materie theils zur Hervorbringung, theils auch zur Vernichtung des Magnetismus zu seyn; ersteres besonderes, wenn Eisen glühend gemacht ungleichförmig abgekühlet wird, und das andere, wenn die Abkühlung des Magnets allmählig und gleichförmig erfolget. Vielleicht ist die sogenannte magnetische Kraft dem Magnet nur zufällig, und nicht als eine ihm nothwendige, d. i. zu seinem Wesen selbst gehörige Kraft zu betrachten. Diese Vermuthung erhält durch neuere Entdeckungen, wie ich meinen sollte, einige Wahrscheinlichkeit, da man nämlich im vollkommen reinen Kobaltkönig magnetische Kraft erregen kann, und selbst der Herr **von Humboldt** eine so auffallende Polarität im Serpentinstein, ohne allen eingesprengten Magnetstein, in der Natur entdecket hat. Wir wissen, daß der Magnet kein ursprüngliches Naturprodukt ist, daß er mehrere Stufen der Bildung durchgehen mußte, ehe aus ihm ein Magnet wurde, und daß wahrscheinlich bey seiner Bildung die größten wirkenden Kräfte der Natur, Feuer und Wärme, eine vorzügliche Rolle spielten. Andere Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß der Grund der magnetischen Eigenschaften wohl in der ursprünglichen Bildung des Eisens und des Magnets zu suchen ist; daß der Magnet wohl nichts anders ist, als unvollkommenes Eisen, welches im Innern der Erde ungleichförmig ausgebildet wurde, und in welchem vielleicht gewisse Grundstoffe, oder Kräfte, welche im Eisen ruhen, nicht zur Ruhe gekommen sind u. s. w. Wahrscheinlich wird in der Folge der Zeit die wahre Ursache des Magnetismus noch entdecket werden, wenn man sich nur bemühet, mehrere Untersuchungen,

als

als bisher geschehen ist, über die magnetischen Kräfte anzustellen.

Besonders merkwürdig ist die Aehnlichkeit des Magnetismus mit der Elektricität, welche man beym **Musschenbroek** [α]), **Aepinus** [β]), **Cigna** [γ]) und den Verfassern der bayerschen Preisschriften für die Jahre 1774 und 1776. **Steiglehner** und **Hübner**, welche der Herr **van Swinden** [δ]) vermehrt ins Französische übersetzet hat, aus einander gesetzet findet. Verschiedene haben sich verleiten lassen, dieser Aehnlichkeit wegen den Magnetismus und die Elektricität von einerley Ursachen abzuleiten. Wahrscheinlich sind aber diese Aehnlichkeiten nur allgemeine Gesetze der Wirkungsart mehrerer elastischen Flüssigkeiten. Daher hat auch schon **Aepinus** ganz richtig bemerket, daß man zwar jeder magnetischen Erscheinung eine elektrische, aber nicht umgekehrt, jeder elektrischen eine magnetische entgegensetzen könne. Es findet sich daher viel Unähnliches zwischen dem Magnetismus und der Elektricität, wie **Franklin** [ε]), **Lichtenberg** [ζ]) und besonders von **Swinden** zeigen. **Schillings** [η]) Beobachtungen über den Zitteraal, nach welchen die Erschütterungen dieses Fisches mit dem Magnet zusammen zu hängen scheinen, sind von **Ingenhouß** und **Spallanzani** ganz und gar unrichtig befunden worden.

Was kürzlich die Geschichte des Magnets betrifft, so ist der natürliche Magnet schon längst den Alten bekannt gewesen. In dem Gedichte von den Steinen (*Λίθικα*), welches den Nahmen des **Orpheus** führet, allem Vermuthen nach aber von **Onomakrit**, einem Athenienser zu den Zeiten

α) Introduct. ad philosoph. natural. §. 996.
β) Nov. commentat. Petropol. To. X. p. 296.
γ) Miscellan. Taurinens. To. I. übers. im neuen hamburgischen Magazin B. VI. S. 35.
δ) Recueil de mémoires sur l'analogie de l'électricité et du magnétisme par *van Swinden* III. Tomes. à la Haye 1784. 8.
ε) Lettre à Mſ. *Barbeu Dubourg*; in *Sigaud de la Fond* précis des phénomenes électriques. Paris 1781. 8.
ζ) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre §. 569. Anmerk.
η) Nouvel. memoir. de l'Acad. de Prusse. 1770. p. 68.

ten des Pisistratus herrühret, wird seiner bereits unter dem Nahmen Μαγνήτης erwähnet, welchen er von der Stadt Magnesia in Lydien, wo er vielleicht zuerst ist gefunden worden, erhalten haben soll. Vom **Theophrast** und vom **Plato** wird er Ἡρακλεῖα λίθος genannt, welcher Nahme vermuthlich daher rühret, weil nach dem Zeug iß eines ältern Schriftstellers beym **Eustathius** die Stadt Magnesia in Lydien auch Heraclea hieß. Beym **Aristoteles** wird er einige Mahl vorzugsweise ἡ λίθος genannt, spätere Schriftsteller führen ihn unter den Nahmen (μαγνήσια, μαγνήσσα, σιδηρίτης, σιδηραγωγός) an.

Wegen der anziehenden Kraft, welche der Magnet gegen das Eisen zeiget, ist er beständig ein Gegenstand der Verwunderung gewesen, und **Plinius** [α]) spricht hiervon mit Erstaunen: "quid lapidis rigore pigrius? ecce sen„sus manusque tribuit illi natura. Quid ferri du„ricie pugnacius? sed cedit et patitur mores. Trahi„tur namque a Magnete lapide, domitrixque illa re„rum omnium materia ad inane nescio quid currit, „atque vt propius venit, assistit, teneturque et com„plexu haeret." Außerdem hatte man auch schon das Abstoßen, die Wirkung der magnetischen Kraft auf das Eisen auch durch Dazwischenkunft anderer Körper und die Mittheilung des Magnetismus bemerket, wie **Lucrez** [β]) anführet. Was hingegen die Polarität des Magnets anbetrifft, so findet man hiervon bey den Alten gar keine Erwähnung; wahrscheinlich ist diese zufälliger Weise und gewiß nicht vor dem 12ten Jahrhunderte, vielleicht erst im 14ten nach Christi Geburt entdecket worden. M. s. **Compaß**. Durch diese Entdeckung aber, welche vorzüglich für die Schifffahrt so wichtig war, ward der Magnet ein Gegenstand der allgemeinen Bewunderung. Der Gebrauch, welchen die Seefahrer von den Magneten machten, veranlaßte auch die so wichtige Erfindung von der Abweichung der

[α]) Historia natural. lib. XXXVI. cap. 16.
[β]) De rer. nat. VI. vers. 1400.

der Magnetnadel (vielleicht aber erst im 16ten Jahrhunderte). Alle übrige Untersuchungen aber, welche vorzüglich zur Kenntniß der Natur des Magnets abzweckten, wurden zur damahligen Zeit gänzlich vernachlässiget, indem man bloß die magnetischen Erscheinungen als eines der größten Geheimnisse der Natur betrachtete, wodurch man desto mehr veranlasset wurde, dem damahligen herrschenden Aberglauben von der geheimen Antipathie und Sympathie der Natur größern Eingang zu verschaffen.

Der erste, welcher die magnetischen Erscheinungen in ein System zusammen brachte, war **William Gilbert**, ein englischer Arzt α). Er legte hierbey den Magnetismus der Erde zum Grunde, indem er dieselbe selbst als einen großen Magnet betrachtete, zu dem Ende verfiel er auch auf die kugelförmigen Magnete, welche er **Terrellen** nennt, indem er in der Meinung stand, mit diesen mehr auszurichten, als bey andern Formen der Magnete, worin er sich aber, wie die Folge bewies, getäuschet hatte. Indessen hatte er einen richtigen Begriff von den freundschaftlichen und feindschaftlichen Polen des Magnets und unserer Erde erhalten, und gleichsam den Grund gelegt, auf welchen die nachfolgenden Naturforscher bauen konnten. **Kepler** machte von dieser magnetischen Philosophie in der Astronomie Gebrauch, trieb aber seine lebhafte Einbildungskraft dabey oft zu weit. Eben dieses System wurde mit einigen Zusätzen von **Nicolaus Cabeus** β) vorgetragen, welcher zuerst des Magnetismus des Eisens erwähnet, und alles aus ein- und ausströmenden Materien erklärte. **Kircher**, **Schott**, **de Lanis** haben verschiedene Beobachtungen über den Magnetismus gesammelt, und mancherley Kunststücke angegeben, welche sich mit Hülfe des Magnetes machen lassen. Die damahligen Kenntnisse von Magneten waren jedoch durch eine Menge fabelhafter Mährchen verunstaltet.

Carte-

α) De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure, physiologia noua. Lond. 1600. fol.

β) Philosophia magnetica. Ferrar. 1629.

Cartesius war der erste, welcher eine Ursache von den magnetischen Erscheinungen anzugeben sich bemühete, indem er einen doppelten Wirbel einer magnetischen Materie behauptete, aus welchem er alle magnetische Phänomene zu erklären suchte. Seit dieser Zeit hat man fast allgemein eine magnetische Materie angenommen, ohne auch nur über die Beschaffenheit und Wirkungsart der materiellen Ursache des Magnets einen Schritt weiter gekommen zu seyn. Weit nützlicher waren die Experimentaluntersuchungen, wozu die florentiner Akademie del Cimento, und bald nachher die gelehrten Gesellschaften zu Paris und London Veranlassung gaben. Alle diese Erfahrungen hat **Musschenbroek** α) gesammelt, und mit eigenen vermehret. Zu dieser Zeit entdeckte auch **Vallemont** β) einen ursprünglichen Magnetismus in der Spitze des Kirchthurmes zu Chartres. Auch unternahm es **Halley**, eine Theorie von der Abweichung der Magnetnadel zu entwerfen, welche mit vielem Beyfall aufgenommen wurde.

Die Hypothese des **Cartesius** verbesserte zuerst **Dalencé** γ), indem er den doppelten Wirbel in einen einfachen, und die schraubenförmigen Gänge in Canäle mit Fasern verwandelte. **Du Fay, Euler** und **du Tour** haben diesen Gedanken weiter ausgeführet, da im Gegentheil **Johann** und **Daniel Bernoulli** den doppelten Wirbel wieder behauptet haben.

Eine der wichtigsten Entdeckungen des achtzehnten Jahrhunderts ist die ursprüngliche Erregung und die außerordentliche Verstärkung der magnetischen Kraft in den künstlichen Magneten. Der Herr von **Reaumür** δ) stellte zuerst Beobachtun-

α) Diss. phys. exper. de magnete; in s. diss. phys. et geomet. Lugd. Bat. 1729. 4. N. 5.
β) Description de l'aimant, qui s'est formé à la pointe du clocher neuf de Notre-Dame de Chartres. Par. 1692.
γ) Traité de l'aimant. Amst. 1687. 8.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1723.

obachtungen über die Mittel an, das Eisen ohne Gebrauch eines Magnetes zu magnetisiren, und **du Fay** setzte selbige in den Jahren 1728. 1730. 1731 fort. Gewöhnlich wird **Servington Savery** α) als der erste angeführet, welcher Mittel angegeben hat, die magnetische Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verstärken. Nachher haben **Marcel, Knight, Michel, Canton** und **Antheaulme** mehrere dergleichen Methoden, die bereits oben angeführet sind, angegeben.

Noch größere Erweiterungen erhielt die Lehre des Magnetismus durch die Entdeckung der Aehnlichkeit mit der Elektricität, wodurch die Systeme der magnetischen Wirbel sehr zweifelhaft gemacht wurden. **Aepinus** β) nahm, wie **Franklin** bey der Elektricität, nur eine magnetische Materie an, und suchte daraus die Gesetze des Magnetismus zu entwickeln; **Brugmanns** und **Wilke** γ) aber leiteten diese aus der Annahme zweyer magnetischen Materien her; da hingegen **van Swinden** gar keine magnetische Materie nöthig zu haben glaubt. Seine mannigfaltigen Versuche haben vieles Licht über den Magnetismus verbreitet.

In einer ganz neuen Gestalt trug endlich **Cavallo** δ) die Lehre vom Magnet kurz und lehrreich vor, und in den neuern Zeiten hat vorzüglich Herr **Coulomb** durch Entdeckung einiger wichtigen Gesetze der magnetischen Kräfte die Lehre vom Magnet in einer eigenen Abhandlung sehr bereichert. Kunststücke mit versteckten Magneten, worin es besonders **Comus** in Paris

α) Magnetical obseruat. and experim. in Philosoph. transact. num. 414. art. 1.
β) Sermo acad. de similitudine vis elect. et magnet. Petropol. 1758. 4. übers. im hamburgisch. Magazin B. XXII. S. 227. ingl. tentamen theoriae electric. et magnetismi. Petropol. 1759. 4.
γ) Schwed. Abhandl vom Jahr 1766. im 28 B. der deutsch. Uebers.
δ) Treatise on magnetism in theory and pract. Lond. 1787. 8. maj. übers. Leipz. 1788. 8.

ris sehr weit gebracht hat, beschreiben **Guyot** [α]) und **Wiegleb** [β]).

M. s. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. Abschn. XI. §. 553 u. f. **Karstens** Anleitung zur gemeinnütz. Kenntniß der Natur; Abschn. XXI. **Tiber. Cavallo** Abhandlung vom Magnetismus a. d. Engl. 1788. 8.

Magnetismus (magnetismus, magnétisme) heißt der Inbegriff aller magnetischen Erscheinungen, oder auch der Zustand eines Körpers, worin er diese Erscheinungen zeiget. Man war sonst der Meinung, daß der natürliche Magnetismus ganz allein dem Magnete zukomme. Allein der Herr **von Humboldt** hat ihn auch sehr auffallend in einem Gesteine, dem Serpentinstein, in welchem gar kein Magnetstein eingesprengt ist, entdecket. Was den künstlichen Magnetismus betrifft, so ist dieser entweder **mitgetheilter**, wenn man sich zur Veranstaltung anderer natürlicher Magnete bedienet hat, oder **ursprünglicher**, wenn man allein den der ganzen Erdkugel eigenen Magnetismus zur Erregung desselben gebrauchet hat. Man war auch sonst in der Meinung, daß dem Eisen allein Magnetismus mitgetheilet werden könne, allein die Erfahrung hat bewiesen, daß auch im ganz reinen Kobaltkönig ein dauernder Magnetismus erreget werden könne.

Vor etwa einigen 20 Jahren hat man von dem Einflusse des Magnetes auf Heilung der Krankheiten viel gesprochen, wodurch der Nahme **thierischer Magnetismus** veranlasset wurde. Herr D. **Meßmer** in Wien wollte beobachtet haben, daß die magnetische Materie mit der elektrischen fast einerley sey; daß sie eben so wie diese durch die Körper könne fortgepflanzet werden. Er will gefunden haben, daß nicht allein der Stahl geschickt sey, die magnetische Kraft anzunehmen, er will Papier, Brot,

 Wolle,

α) Physikal. und mathemat. Belustigungen Th. I.
β) Natürliche Magie S. 67 — 132.

Wolle, Seide u. dergl. kurz alles, was er nur berührte, magnetisch gemacht, ja auch Flaschen mit der magnetischen Materie geladen haben, wie man sie sonst mit der elektrischen Materie ladet. Er will die schwersten convulsivischen Krankheiten, das Blutspeyen, eine vom Schlagflusse zurückgebliebene Lähmung, ein von Zorn verursachtes Zittern, und alle andere ihm vorgekommene hypochondrische und hysterische Zufälle durch den thierischen Magnetismus geheilet haben. Er schreibet besonders seinem eigenen Körper einen solchen Magnetismus zu, daß er durch bloßes Berühren mit seiner Hand, ja wohl gar ohne Berührung, wenn er sich nur einer zu convulsivischen Zufällen geneigten Person näherte, bald die heftigsten convulsivischen Zufälle erreget, bald wieder gelindert hat [a]).

Nach **Kirchers** Bericht haben schon **Galenus**, **Dioscorides** und **Avicenna** dem Magnet die Kraft zugeschrieben, die dicken Säfte im menschlichen Körper zu verbessern; auch soll er äußerlich am Halse getragen die Krämpfe heilen und Nervenschmerzen lindern. Auch hat man ihn in den neuern Zeiten als ein Heilungsmittel wider die Zahnschmerzen und wider den Magenkrampf angepriesen. So allgemein aber auch die Aufmerksamkeit in dieser Absicht auf den Magnet gerichtet war, so verlor sie sich doch sehr bald wieder, weil man keine Regeln finden konnte, unter welchen Umständen man vom Gebrauch des Magnetes mit Sicherheit Hülfe erwarten könne. Auch ist Herr **Meßmer** mit seinem thierischen Magnetismus vom Schauplatze, den er nachher nach Frankreich verleget, und sich daselbst viele Anhänger verschafft hatte, die selbst den thierischen Magnetismus wissenschaftlich zu behandeln suchten, abgetreten.

D. **Ingenhouß** bedienet sich über die Vorgänge des Herrn **Meßmer** in Wien folgender Ausdrücke [β]): Ich weiß

a) Sammlung der neuesten gedruckten und geschriebenen Nachrichten von Magnetcuren, vorzüglich der meßmerischen. Leipz. 1788.
β) Vermischte Schriften. Th. I. S. 411.

weiß keine sichere Thatsache, welche beweiset, daß die magnetische Kraft auf die thierische Haushaltung einigen Einfluß habe. Das, was ich selbst zu sehen Gelegenheit hatte, und welches am meisten Geschrey machte, und gewissen, übrigens einsichtsvollen Personen das größte Vertrauen einflößte, hat, im Grunde untersucht, mich dergestalt entfernet, ihm jemahls den mindesten Glauben beyzumessen, daß es sogar die Möglichkeit, in Zukunft ähnliche Fälle, von welchem Ansehen sie auch unterstützet werden möchten, zu glauben, in mir vertilget hat.

Magnetnadel (acus magnetica, versorium, aiguille aimantée). Diesen Nahmen haben dünne stählerne Nadeln oder lange dünne Platten, denen der Magnetismus ist mitgetheilet worden, und welche frey sich selbst überlassen mit ihren beiden Enden gegen die magnetischen Pole der Erde gerichtet sind, und dadurch zur Erforschung der Weltgegenden dienen. Die Erfahrung hat zwar gelehret, daß die frey spielende Nadel an allen Orten der Erde nicht genau in die Mittagslinie derselben fällt, mithin die Pole derselben nicht die wahren Pole der Erde anzeigen; auch hat sie ferner gezeiget, daß die Nadel genau im Schwerpunkte aufgehangen nie in eine wagrechte Lage kömmt, sondern mit dem einen Ende sich gegen den Horizont neiget. Allein diese Umstände werden hier nicht in Betrachtung gezogen, indem eigne Artikel davon handeln, **Abweichung** und **Neigung der Magnetnadel**. Der gegenwärtige Artikel soll allein von der vortheilhaftesten Form, der Methode sie zu bestreichen und sie aufzuhängen, Unterricht ertheilen.

Die Magnetnadeln werden am besten aus dem feinsten und härtesten Stahle verfertiget. Durch das Härten wird aber dem Stahle, besonders wenn er dünn und lang ist, oft seine Gestalt geändert, indem er sich krumm ziehet; daher ist es anzurathen, die Magnetnadel beym Feilen etwas breiter zu lassen, als nöthig ist, und selbiger nach dem Härten die gehörige Gestalt oder Form durchs Abschleifen zu geben. Gewöhnlich bringt man die Nadeln nur auf die

blaue Federhärte. Es hat aber die Erfahrung gelehret, daß dergleichen Nadeln den Magnetismus zwar schnell annehmen, aber ihn auch gar bald verlieren. Nach dem Vorschlage des Herr **Coulomb** ist das sogenannte englische Stahlblech hierzu am besten zu gebrauchen. Uebrigens muß die Magnetnadel leicht, gerade, ohne alle Zierathen und schmal seyn. Man darf an selbiger keine hervorragenden Theile und unregelmäßige Verzierungen antreffen, indem sonst oft ihre Pole nicht genau in ihre Axe fallen, welches aber das erste Erforderniß einer guten Magnetnadel ist.

Man hat immer geglaubt, daß die vortheilhafteste Form der Magnetnadeln ein Parallellogramm sey; allein Herr **Coulomb** hat gefunden, daß die pfeilförmige Gestalt vor allen andern den Vorzug habe. Es hat ihn nämlich die Erfahrung belehret, daß ein solches gestaltetes Blech bey gleichem Gewichte, gleicher Länge und Dicke ein größeres magnetisches Moment hat, als das Blech, welches die Form eines rechtwinkligen Parallellogramms besitzet. Noch weiter hat Herr **Coulomb** gefunden, daß vom Zustande der stärksten Härtung der Magnetismus zunimmt durch alle Grade des Anlassens bis zu dem ganz dunkeln Roth, und daß der Magnetismus hernach wieder abnimmt, je größer die Hitze ist, wobey der Stahl angelassen wird; endlich, daß das magnetische Moment in einem Parallellogramm von gleicher Dicke und Länge, aber doppelt so großer Breite, als in einem andern, nicht doppelt so groß ist. Die Länge der gewöhnlichen Nadeln zu Seecompassen beträgt 4 bis 5 Zoll, sonst ist sie aber beträchtlich größer. Um die Pole sicherer in die Axe zu bringen, gibt **Cavallo** den Rath, die Nadeln nicht breit, sondern etwas dicker zu machen, wenn man ihnen ja mehr Masse geben will.

Den Magnetnadeln kann der Magnetismus sowohl durch armirte künstliche als auch natürliche Magnete vermittelst des **einfachen** oder **Doppelstriche** mitgetheilet werden. M. s. **Magnet**. Nach der von D. **Knight** angegebenen Methode lassen sich die Magnetnadeln auf folgende Art am

stärksten

stärksten magnetisiren. Man bringt zwey starke künstliche Magnetstäbe in eine gerade Linie mit den freundschaftlichen Polen zusammen, setzt mitten auf dieselben da, wo sie sich berühren, die in ihrer Mitte durchlöch[illegible] N[illegible]del auf, befestiget dieselbe so, daß ihre beiden H[illegible]ngs der beiden an einander gelegten künstlichen Magnetstäbe sich befinden, und zieht alsdann beide Stäbe so aus einander, daß sie langsam unter den beiden Hälften der Nadeln hingehen. Bringt man hiernächst die beiden Stäbe von der Seite her wieder unter die Nadel und verfähret wie vorher, so kann man der Magnetnadel eine starke Kraft mittheilen. Die Methode, die Magnetnadeln am besten zu magnetisiren, ist nach den Erfahrungen des Herrn **Coulomb** unter dem Artikel, **Magnet**, angezeiget worden. Uebrigens hat auch Herr **Coulomb** gefunden, daß eine Magnetnadel nur eines gewissen Grades des Magnetismus fähig ist, welcher nicht überschritten werden kann, so stark auch die Magnete sind, womit sie magnetisiret wird.

Eines der hauptsächlichsten Fordernisse einer gut magnetisirten Nadel ist, daß sie sich ganz frey in horizontaler Lage drehen könne. Gewöhnlich macht man die Einrichtung so, daß die Nadel in der Mitte durchbohret wird; hiernächst wird in die Oeffnung ein Stück Messing gepasset, welches eine konische Aushöhlung erhält, worin die Nadel auf einem spitzigen Stifte ruhet, so daß sie sich ganz frey horizontal herum beweget. Statt dieses sogenannten Messinghütchens gebrauchet man einen kleinen Hut von Achat, auf welchem die Nadel ein noch leichteres und freyeres Spiel erhält.

Cavallo führet eine Methode an, die Nadeln aufzuhängen, nach einigen Seecompassen, welche D. **Lind**, Arzt in Windsor, mit aus China gebracht hatte. Die fig. 98. stellt die Nadel so vor, daß das Auge in der verlängerten Richtung derselben steht, die fig. 99. aber zeigt sie von der Seite. Das dünne leichte messingene Hütchen i besitzet gegen den Rand zu ein Paar einander entgegenge-

 setzte

setzte Löcher. b b ist ein dünner Streif Messing, am obern Theile bey a wie ein Ring gestaltet, durch welchen die Magnetnadel c d hindurchgehet. Die äußern Enden dieses Messingstreifs gehen durch die Löcher am Rande des Hütchens i und sind durch Umbiegung über den Rand daran befestiget. Die Nadel selbst ist ein stählerner cylindrischer Draht von 1 Zoll Länge und $\frac{1}{48}$ Zoll im Durchmesser, halb roth und halb schwarz, um den Süd- und Nordpol zu unterscheiden. Alles dieß ruht auf einem spitzigen Stifte, auf welchem es sich frey herumdrehen kann. Die Nadel liegt zwar etwas über dem Umdrehungspunkte; weil sie aber sehr leicht ist, und überdem das messingene Hütchen mit dem messingenen Streif weit herunter gehet, so fällt doch der Schwerpunkt des Ganzen unter diesen Punkt, daß also die Nadel beständig in horizontaler Lage erhalten wird. Auch wird sie noch durch das dünne messingene Blatt f g, das bey b b durchlöchert ist, gehalten.

Bey diesen Methoden, die Magnetnadel vermittelst eines Hütchens auf einer feinen Spitze frey spielen zu lassen, findet alle Mahl eine kleine Friktion Statt; daher wird sie für sehr geringe Grade der Anziehung unempfindlich bleiben. Gleichwohl aber erfordert öfters die Absicht, auch diese sehr geringe Anziehung bemerkbar zu machen. Dieserwegen muß die Nadel so viel als möglich frey aufgehangen werden. Nach verschiedenen Versuchen fand **Cavallo** hierzu eine Kette von Pferdehaaren sehr bequem, welche etwa aus 5 bis 6 Gliedern bestand, und an welcher die Nadel hing. Ein jedes Glied hat ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser und die Enden jedes Stückchens Haar, aus welchem ein Ring gemacht worden, sind mit einem Knoten zusammengebunden, und mit Siegellack befestiget. Das oberste Glied wird an einen Stift aufgehangen, und in das untere etwas feiner Silberdraht, woran ein Häkchen gebogen ist, eingehängt. Dieser Draht ist ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und mit dem untern Ende um ein kleines cylindrisches Stückchen

Kork

Kork gebunden, durch welches eine magnetisirte Nehnadel gesteckt wird.

Eine andere Methode, die Magnetnadel frey aufzuhängen, hat Herr **Bennet** *) angegeben. Er gebrauchet hierzu einen Faden von dem Gespinnste einer Creuzspinne, an welchem er eine kleine magnetisirte Nehnadel aufhängt. Die Vorzüge dieser Methode vor andern besteht darin, daß auch bey der stärksten Drehung eines solchen Fadens gar kein Zurückdrehen erfolget, wie Herrn **Bennet** Versuche belehret haben. Er befestigte einen Faden von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge an der Spindel eines Spinnrades; nachdem nun das Rad desselben 1800 Mahl umgedrehet wurde, und dadurch der Faden beynahe um 1 Zoll verkürzet ward, so fand sich, daß bey allen diesen Umdrehungen das Ende des Fadens, wenn man es frey ließ, auch nicht im mindesten sich zurückdrehete. Die daran aufgehangenen leichten Körper waren gegen die geringste Bewegung so empfindlich, daß schon der schwächste Luftstrom, welchen die Nähe eines warmen Körpers verursachte, sie aus ihrer Ruhe brachte. Herr **Bennet** hing an diesem Faden etwas sehr leichtes, z. B. Distelwolle, in einem Glascylinder von 2 Zoll Durchmesser auf, und näherte demselben von außen eine Flasche mit warmen Wasser. Der Cylinder selbst befand sich in einem warmen Zimmer, gleichwohl aber kam die Distelwolle durch Annäherung der warmen Flasche in Bewegung, und schien gleichsam von ihr zurückgestoßen zu werden, welches von dem schwachen Luftzuge herrührte, welchen die Wärme unter dem Cylinder erregte.

Damit nun eine an einem solchen Faden aufgehängte Nadel durch die Bewegung der Luft keine Störung leide, und man die zu prüfenden Substanzen der Spitze unter rechten Winkeln gegen die Nadel nähern könne, schlägt **Bennet** folgenden Apparat vor. Ein Rahmen von Mahagonyholz, $6\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, wird in der Mitte

*) Philosoph. transact. for the year 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 81. sqq. übers. in Grens Journal der Physik. B. VII. S. 355.

auf ein Bodenstück von eben dem Holze, $5\frac{1}{2}$ Zoll ins Gevierte und 1 Zoll dick, in eine vertikale Stellung gebracht. An einer Seite des Rahmens befindet sich eine Glasscheibe, und an der andern Seite Schreibpapier, Goldschlägerhaut oder eine andere dünne Substanz, beide vertikal, etwa in einer Distanz von $\frac{1}{2}$ Zoll einander gegen über stehend. Durch ein Holz im obern Querstück des Rahmens geht eine Schraube, von deren unterem Ende die 3 Zoll lange Magnetnadel aus dem dünnsten stählernen Claviérdrahte gemacht, an einem ebenfalls drey Zoll langen Spinnenfaden herabhängt. Das Holz mit der Schraube ist in das Querstück so eingefalzt, daß man es am Schraubenkopfe ganz heraus heben kann. Unten bey der Nadel sind etwa 10 Grade eines Kreises auf ein elfenbeinernes Blatt gezeichnet, welches inwendig an der Seite des Rahmens fest gemacht ist. An den Nordpol der Magnetnadel ist ein dünnes Borstenhaar mit Firniß angeklebt, welches etwa $\frac{1}{8}$ Zoll hervorraget, und die Grade auf dem Elfenbeine zeiget. Um die Mitte der Nadel wird ein dünner Golddraht gewunden, dessen aufwärts stehendes Ende an den Spinnenfaden befestiget ist.

Ein zum Aufhängen schicklicher Spinnenfaden wird vermittelst eines gabelförmigen Reises, dessen Zweige mit den beiden Enden etwa 6 Zoll weit von einander abstehen, da, wo man ihn findet, abgenommen. Man bestreicht nämlich die Enden der Zweige mit Firniß, und bringt sie an den Faden, der darin hängen bleibt. Man kann auch solche Reiser dahin stellen, wo die Spinnen nicht gestöret werden, da sie ihre Fäden bald anspinnen.

Das Reiß steckt man nun mit den daran hängenden Fäden auf, taucht den Golddraht in Firniß, und bringt ihn an das untere Ende des Spinnenfadens, wo er anklebet, und mit der Nadel daran herabhängt. Auch die Spitze der Schraube wird in Firniß getaucht, und an das obere Ende des Fadens angeklebet, worauf alsdann die Nadel durch die Oeffnung im obern Theile des beschriebenen Apparates

rates bis auf den elfenbeinernen Gradbogen herabgelassen werden kann. Besitzen beide Seiten des Rahmens Glasscheiben, so läßt sich der Raum mit einer durchsichtigen Flüssigkeit, als Weingeist, Terpentinöl ausfüllen, damit sich die Nadel mit desto größerer Sicherheit bewege, und die Wärme darauf keinen Einfluß habe.

Eine andere Art der Aufhängung von größern Magnetnadeln, welche zur Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel bestimmt waren, beschreibet **Caßini** *). Die Magnetnadel hatte eine Länge von 1 Fuß $1\frac{1}{4}$ Linien, ihre Dicke war, 0,8 Linien, und die Entfernung des Aufhängepunktes vom Ende der Nadel 9 Zoll 1 Linie; das Gewicht der Nadel, Aufhängehaken und Gegengewicht mit gerechnet, betrug 4 Unzen $2\frac{1}{4}$ Grän. Die Methode, welche **Cassini** gebrauchte, ist die, welche **Coulomb** schon im Jahre 1777 vorgeschlagen hatte, die Nadel nämlich an einem ungezwirnten Seidenfaden von 15 bis 20 Zoll Länge, in welchem vorher alle Drehung ist vernichtet worden, aufzuhängen. Nachdem er das Gewicht der Nadel gefunden hatte, bestimmte er durch ein Bleystück von dem nämlichen Gewichte die Anzahl der Seidenfäden, welche hinreichend waren, selbiges ohne Zerreißung zu tragen. Hierauf knüpfte er alle diese Fäden an beiden Enden etwa in der Länge von 2 Fuß zusammen, und hing an jedes Ende einen Haken. Die Seidenfäden wurden mit dem obern Haken an einen festen Ring aufgehangen, und an das untere ein Bleystück, welches nur 1 Unze wog, angebracht. Nach Verlauf einer Stunde that er ein zweytes Stück von einer Unze hinzu u. s. f. Nachdem nun das nach und nach zugebrachte Gewicht zusammen $4\frac{1}{2}$ Unzen, mithin mehr als die Nadel wog, so ließ er alles 24 Stunden lang in diesem Zustande, und zog sie alsdann, um alle Fäden zusammen in einen einzigen zu vereinigen, verschiedene Mahl ihrer ganzen Länge nach durch seine mit Gummiwasser benetzten Finger. In diesem

*) Journal de physique 1792. übers. in Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 437 f.

diesem Zustande ließ er den Faden abermahls 24 Stunden, worauf er ihn alsdann noch zwischen den mit etwas Talg bestrichenen Fingern durchgehen ließ, um den Einfluß der Feuchtigkeit darauf zu vermindern. Nach dieser Vorbereitung des Fadens ward er in der nöthigen Länge in dem dazu eingerichteten Gehäuse an einen Haken aufgehängt. Ehe nun noch die Magnetnadel daran kam, wurde zuvor ein gleich schweres Stück Bley angehängt, und nach Verlauf einiger Zeit die Stellung untersuchet, welche der untere Haken erhalten hatte; hiernächst wurde vermittelst einer am obern Haken im Gestell angebrachten Schraube dem Faden die gehörige Richtung gegeben, damit sich die aufgehängte Nadel, wenn sie ihre magnetische Direction annahm, nicht drehete. Auf diese Art, meint **Cassini**, sey es unmöglich, daß wegen der Drehung des Fadens Hindernisse Statt finden könnten.

Von der Einrichtung der Magnetnadel zum Gebrauche bey der Schifffahrt und zu den Beobachtungen der Abweichung und Neigung der Magnetnadel findet man das Nöthigste unter den Artikeln, **Compaß, Abweichung, Neigung der Magnetnadel.**

Bey den Beobachtungen der Magnetnadel muß alles Eisen entfernet werden. Außerdem aber hat man auch Erfahrungen, daß andere äußere Ursachen auf den Stand der Nadel Einfluß haben. So hat man Beobachtungen gemacht, daß Hitze, Frost, atmosphärische Electricität, Blitz, Nordlicht u. dergl. oftmahls große Wirkungen auf die Magnetnadel hervorbringen. Verschiedene darüber angestellte Beobachtungen, besonders in Ansehung der Electricität und des Nordlichtes, haben **Hemmer** [α]) und **Needham** [β]) mitgetheilet.

M. s. **Cavallo** theoretische und praktische Abhandlung der Lehre vom Magnete. A. d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 89 f.

Magne-

α) Commentat. Academ. Theodoro-Palat. Vol. VI. 1790. 4. n. 14.
β) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VIII. St. 1. S. 103 f.

Magnetometer (magnetometrum, magnétomètre) ist eine von dem Herrn de Saussüre erfundene Vorrichtung, um damit die Kraft zu bestimmen, womit Magnete an verschiedenen Orten das Eisen anziehen.

Es schien dem Herrn **de Saussüre** sehr wichtig, zu erfahren, ob die magnetische Kraft an verschiedenen Orten veränderlich sey, indem nach seinem Urtheile Entdeckungen dieser Art vielleicht Aufklärungen in der physikalischen Theorie des Magnets geben, und das Gesetz, nach welchem die Veränderungen der magnetischen Richtungen erfolgen, bestimmen könnten. Vorzüglich wichtig aber schien es ihm zu entdecken, ob man die magnetische Kraft auf hohen Bergen eben so abnehmend finden werde, als die Schwere, welche mit wachsender Entfernung von der Erde immer geringer wird.

Zuerst kam er auf den Gedanken, das größte Gewicht, welches ein gewöhnlich bewaffneter Magnet in der Pläne tragen kann, zu bestimmen, und nachher eben diesen Versuch auf dem Berge von neuem anzustellen. Allein er fand diese Methode viel zu unsicher, indem viel dabey auf die Berührungspunkte der Armatur mit dem Eisen ankam, welche er nicht beständig auf vollkommen gleiche Art treffen konnte. Daher dachte er auf ein anderes Mittel, die magnetische Kraft, ohne das Eisen mit den Magneten zu berühren, zu messen. Er glaubte dieß anfänglich durch eine Feder bewerkstelligen zu können, welche das Eisen zurückhält, indem es der Magnet anzöge; allein auf diese Art würde er nur den Unterschied zwischen den Kräften des Magnets und der Feder gefunden haben, wovon die letztere durch Kälte und Wärme, selbst vielleicht noch durch andere Ursachen, einer Veränderung unterworfen ist. Herr **de Saussüre** wählte endlich die Schwere, welche zwar ebenfalls aber doch nach bekannten Gesetzen eine Veränderung erleidet.

Er nahm eine sehr leichte und um ihre Are leicht bewegliche Pendelstange, an deren Ende er eine eiserne Kugel befestigte. Ein Magnet, welcher in einer schicklichen Entfer-

nung

nung vom Magnet sich befand, mußte die Stange aus ihrer vertikalen Lage bringen, und weil die magnetische Kraft, welche nöthig ist, die Kugel abzuziehen, in eben dem Maße zunimmt, in welchem man die Kugel größere Bogen beschreiben läßt, so mußte sich auch aus den Veränderungen der Bogen die Veränderung der anziehenden Kraft des Magnets bestimmen lassen. Alles kam nur hierbey darauf an, die geringsten Veränderungen der Bogen dem Auge bemerkbar zu machen. Hierzu fand der Herr **de Saussüre** folgendes schickliche Mittel: er verlängerte die Pendelstange über den Aufhängungspunkt so weit hinaus, daß die Verlängerung mehrere Mahl größer ward, als die Pendellänge unter diesem Punkte, und ließ das obere Ende der verlängerten Stange an einem in sehr feine Theile getheilten Bogen hingehen. Weil nun dadurch das obere Ende der Verlängerung mit dem untern Ende der Pendelstange, an welchem die Kugel hing, ähnliche Bogen beschreibet, so erlangte er dadurch ein Mittel, auch die Größe der feinsten Bewegungen zu finden. Damit aber das Instrument tragbar bleibe, trieb er die Verlängerung nicht weiter, als bis auf das Fünffache der Pendellänge.

Der Herr **de Saussüre** ließ sich von dem Künstler, Herrn **Paul** in Genf, zwey dergleichen Instrumente verfertigen, welche seiner Absicht aufs vollkommenste entsprachen. Damit angestellte Versuche überzeugten ihn, daß die eiserne Kugel nach einigen sehr regelmäßigen Schwingungen in einer bestimmten Entfernung vom Magnet fest stehen bleibe, und daß sie, wenn sie aus dieser Stellung gebracht wurde, nach einigen neuen Schwingungen mit der größten Genauigkeit wieder auf eben den Punkt zurückkam. Um diesem Instrumente eine genaue vertikale Stellung zu geben, dient eine sehr empfindliche Wasserwage mit einer Luftblase. Der Magnet wird durch starke Schrauben in jeder beliebigen Lage fest gehalten, und ein Gehäuse mit einer Glasscheibe schützt das Pendel vor der Bewegung durch die Luft.

Mit diesem Magnetometer hatte der Herr **de Saussüre** Beobachtungen verschiedene Jahre hindurch angestellet, welche ihn aufs vollkommenste bewiesen, daß die anziehende Kraft des Magnetes veränderlich sey. Die gewöhnlichste Ursache dieser Veränderungen fand er in der Wärme, bey deren Zunehmen der Magnet an seiner Kraft verlieret, beym Abnehmen hingegen gewinnt. Diese Veränderungen sind an diesem Instrumente so bemerkbar, daß es die Wirkung von einem halben reaumürischen Grad im Steigen und Fallen der Wärme zuverlässig angibt.

Ein besonderer Vortheil dieses Instrumentes ist dieser, daß seine Veränderungen in einem weit stärkern Verhältnisse wachsen, als die Veränderungen der anziehenden Kraft selbst. Die anziehende Kraft des Magnets wird stärker, wenn dieser sich dem Eisen nähert, und zwar in gewissen Entfernungen in einem weit größern Verhältnisse, als das umgekehrte der Quadrate der Entfernungen ist. Wiewohl Herr **Coulomb** dieß Gesetz, daß die anziehende Kraft des Magnetes im Verhältnisse der Quadrate der Entfernung abnimmt, durch seine sinnreiche magnetische Wage in allen Entfernungen vollkommen bestätiget gefunden hat.

Die Herrn **de Saussüre** und **Trembley** haben mit diesem Instrumente auf dem Cramont, einem etwa 1400 Toisen hohen Berge, die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß die magnetische Kraft um zwey Abtheilungen des Gradbogens größer war, wenn der Pol des Magnets, welcher das Pendel anzog, gegen Abend, als wenn er gegen Morgen gekehret ward.

In der Pläne und unter übrigens gleichen Umständen ist die Wirkung des Magnets stärker, wenn sich seine Pole in der Richtung des magnetischen Meridians befinden; wenn hingegen die Pole desselben in einer Richtung liegen, welche den magnetischen Meridian senkrecht durchschneidet, so ist die magnetische Kraft einerley, es mag der Nordpol gegen Abend oder gegen Morgen gekehret seyn. Bloß die Wirkung eines andern Magnets oder Eisens kann diese Gleich-

heit

heit stören. Es ließ sich also vermuthen, daß die hier bemerkte Ungleichheit von den eisenhaltigen Substanzen in den westwärts gelegenen Bergen herrühre. Auch fand wirklich Herr **de Saussüre**, als er vom Cramont nach dem Kirchthurme von Courmayeur visirte, die Boussole auf 52° 15′ gegen Ost, im Gegentheil aber, da er von Courmayeur aus nach dem Gipfel des Cramont visirte, nur auf 49°; welches beweiset, daß die Magnetnadel auf dem Cramont von den westwärts gelegenen Bergen wirklich angezogen, und dadurch die Abweichung der östlichen Gegenstände um 3° 15′ vergrößert ward. Hieraus kann man einsehen, wie unzuverlässig die Richtung der Magnetnadel in gebirgigen Gegenden ist.

M. s. **de Saussüre** Beschreibung eines neuen Magnetometers, in seinen Reisen durch die Alpen. A. d. Franz. Th. II. S. 126 ff.

Malleabilität s. **Dehnbarkeit.**

Manometer, Dichtigkeitsmesser (manometrum, manomètre) ist ein Werkzeug, welches dazu dienet, die Veränderungen anzuzeigen, welche die Dichtigkeit der Luft leidet. Wenn man annehmen könnte, daß die specifische Elasticität der Luft beständig gleich groß, folglich ihre Dichtigkeit mit dem Drucke stets proportional wäre, so würde auch das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichtigkeit der Luft anzeigen. Allein die Erfahrung lehret, daß die Dichtigkeit der Luft wegen des Einflusses der Wärme, Kälte, Nässe u. dergl. an ein und eben demselben Orte nicht alle Mahl einerley ist. M. s. **Luft.** Dieserwegen hat man eigene Werkzeuge nöthig, welche die Dichtigkeit der Luft zu jeder Zeit anzeigen, und welche **Manometer** genannt werden.

Das erste Manometer ist von **Otto von Guerike** erfunden worden, welcher es dem Jesuiten **Caspar Schott** im Jahre 1661 in einem Briefe mitgetheilet hat. Dieser machte es in seiner technica curiosa lib. I. cap. 21. p. 45. bekannt, woselbst auch **Guerikens** Brief p. 47. abgedruckt

gedruckt ist. **Otto von Guericke** unterscheidet zwar genau das Gewicht der ganzen Luftsäule der Atmosphäre von dem einer einzelnen Luftmasse und erinnert ausdrücklich, daß sich die Dichtigkeit und das Gewicht der Luft sowohl durch verschiedenen Druck als auch durch verschiedene Wärme ändere; allein in der Anwendung sieht er gleichwohl das Manometer für ein Barometer an. Auch **Boyle** *) machte dieses Manometer als seine Erfindung bekannt, betrachtete es gleichfalls als Barometer, und gab ihm den Nahmen **statisches Baroskop**.

Man läßt eine halbe kupferne Kugel, welche wenigstens 1 Fuß im Durchmesser hat, verfertigen, pumpt alsdann aus selbiger die Luft und verkittet sie fest. Hiernächst bringt man sie an den einen Arm einer empfindlichen Wage, und setzt sie mit einem Gegengewicht ins Gleichgewicht. Wird nun die Luft dünner, als sie vorher war, so trägt sie einen kleinern Theil vom Gewichte der Kugel als vorher; daher gibt die Kugel den Ausschlag. Wird aber die Luft dichter, als sie vorher war, so trägt sie einen größern Theil vom Gewichte der Kugel, und das Gegengewicht gibt den Ausschlag. Das Gegengewicht muß so klein seyn, als sich thun läßt, weil die Luft ebenfalls einen Theil desselben träget, welcher desto kleiner ist, je weniger Raum es einnimmt. Wäre es eben so groß, als die Kugel, so würde die Wage sich gar nicht ändern, wenn sich gleich die Dichtigkeit der Luft änderte. Um nun zu erfahren, wie viel die Vermehrung oder Verminderung der Dichtigkeit der Luft in dem einen oder dem andern Falle jedes Mahl beträget, kann man entweder durch zugelegte Gewichte das Gleichgewicht der Wage wieder herstellen, oder man macht die Einrichtung auf folgende Art. Man bringt oben an der Scheere, worin die Zunge der Wage spielet, einen Kreisbogen an, dessen Mittelpunkt in den Bewegungspunkt des Wagebalkens fällt, so daß die Zunge selbst einen bewegli-
chen

*) Philosoph. transact. no. 14. p. 231.

chen Halbmesser desselben abgibt. Ist nun dieser Bogen gehörig in seine Grade und Minuten abgetheilet, so daß der Anfang der Abtheilungen zu beiden Seiten in die Vertikallinie fällt, so zeiget die Spitze der Zunge jedes Mahl die Größe des Winkels, um welchen die Zunge von der Vertikallinie abweichet. Die Abtheilungen werden am besten durch Versuche bestimmt, wenn man ein Gewicht auf der einen oder andern Seite zuleget. Man legt nämlich auf die Kugel einen Gran, oder ein noch kleineres Gewicht, wenn die Wage empfindlich genug ist, und bemerket an dem Bogen den Punkt, worauf die Zunge weiset. Auf solche Art legt man immer mehr solcher kleinen Gewichte hinzu, und bemerket jedes Mahl, wie weit die Zunge abwich, bis der größte Ausschlag erfolget, welcher vermuthlich Statt finden kann.

Hat man die Kugel vor dem Auspumpen mit der darin befindlichen Luft gewogen, und ihre damahlige Dichtigkeit mit der Dichtigkeit der Wassers verglichen, so erkennet man in jedem andern Falle vermittelst des Manometers die jetzige Dichtigkeit derselben. Dieß ist auch eigentlich der Nutzen, welchen man beym Auspumpen der Luft aus der Kugel erlanget. Sonst wäre nur nöthig, die Kugel aller Orten so fest zu verschließen, daß die innere Luft mit der äußern gar keine Gemeinschaft hat. Könnte man alsdann die Kugel sowohl im leeren Raume als auch in freyer Luft abwägen, so würde dadurch die damahlige Dichtigkeit der Luft sehr genau gefunden werden. Uebrigens würde nun die Kugel an der Wage gehörig aufgehängt eben die Dienste, wie die luftleere Kugel thun, um die Aenderungen in der Dichtigkeit der äußern Luft zu erfahren. Auf diese Art hat Halley *) Versuche angestellet, und wahrgenommen, daß die Luft in England bey der größten Sommerhitze um $\frac{1}{13}$ dünner, und bey der größten Winterkälte um $\frac{1}{23}$ dicker sey, als bey mittelmäßiger Temperatur, wobey aber nicht auf Feuchtigkeiten gesehen ist.

Auch

*) Acta eruditor. Lipſ. ſupplem. Tom. II. ſect. 9. p. 435.

Auch läßt sich dieses Werkzeug gebrauchen, das absolute Gewicht eines bestimmten Luftvolumens, mithin ihr specifisches Gewicht, unter verschiedenen Umständen derselben, auf eine sehr einfache Art zu erfahren. Es sey nämlich der Raumesinhalt der Kugel = V, und der des Gegengewichtes = v, so ist der Luftraum, welcher das Werkzeug manometrisch afficiret, V — v = a, was man durch genaue Ausmessung der Körper am besten durch Wasserwägen bestimmt, und in bekannten Massen ausgedruckt ein für alle Mahl merkt. Man sucht ferner das absolute Gewicht P eines Luftvolumens a in bekannten Gewichtstheilen bey eben derselben Temperatur und demselben Barometerstande, und merkt auch dieses Gewicht, so hat man

· oder das specifische Gewicht für atmosphärische Luft von

bestimmter Temperatur und Zusammendrückung. Wenn sich nun die Beschaffenheit der Luft ändert, und ihr eigenthümliches Gewicht zu- oder abnimmt, so wird das Gleichgewicht gestört, und man muß im erstern Falle Gewichtstheile zur Kugel, im andern Falle zum Gegengewichte legen, um das Gleichgewicht herzustellen. Die Summe dieser Gewichtstheile heiße p, mithin ist das absolute Gewicht des Luftvolumens a bey vermehrter Dichtigkeit P + p, bey verminderter Dichtigkeit aber P — p geworden, und man findet das jetzt veränderte specifische Gewicht durch $\frac{P + p}{a}$ oder $\frac{P - p}{a}$, weil a sich immer gleich bleibet. Wenn die Luft noch ein Mahl so dicht würde, als sie bey Bestimmung des P und bey der Anwendung des Werkzeuges war, so würde p = P, oder p + P = 2 P werden, im leeren Raume aber wären P — p = o.

Varignon *) hat unter dem Nahmen eines Manometers ein anderes Werkzeug angegeben, welches auch

*) Manomètre ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel, in mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1750. p. 300

Wolf beschreibet a). **Wolf** hat an diesem Werkzeuge verschiedene Fehler angezeiget, so daß es der verlangten Absicht eigentlich gar kein Genüge leistet. Es bestehet aus einem lothrecht stehenden cylindrischen gläsernen Gefäße (fig. 100.) bc, an welches bey c eine gebogene Röhre c d e f g geschmolzen ist, die ein anderes bey a offenes Gefäß g a hält. In b c ist Luft und in der gebogenen Röhre Wasser. Man muß durch ein Zeichen etwa bey d bemerken, wie hoch das Wasser zu der Zeit stand, da das Instrument verfertiget ward; so weiß man, wie groß der Raum b d sey, welchen die Luft bey ihrer damahligen Dichtigkeit füllte. Bey größerer Wärme wird sich die Luft in b c ausbreiten, und das Wasser wird sinken. Bey größerer Kälte aber wird sich die Luft in b c in einen engen Raum ziehen, und das Wasser wird steigen. Es zeigt also dieses Instrument die Dichtigkeit der in b c d eingeschlossenen Luft, welche sich aber nicht, wie **Varignon** voraussetzet, auf gleiche Art mit der Dichtigkeit der äußern Luft ändert. Die eingeschlossene Luft wird einen kleinern oder größern Raum einnehmen, nachdem die Elasticität der äußern Luft größer oder kleiner wird. Wenn also gleich die Wärme der Luft in b c d mit der Wärme der äußern Luft einerley ist, so ist dieß doch nicht der Fall bey den übrigen Ursachen, welche die specifische Elasticität der äußern Luft ändern, nämlich der Feuchtigkeit und Mischung mit andern in selbiger aufgestiegenen Substanzen. Wenn daher die specifische Elasticität sich änderte, und die Dichtigkeit der Luft bliebe dieselbe, so würde das Wasser in der Röhre, wie im Barometer, steigen und fallen. **Wolf** hat die Einrichtung dieses Werkzeuges zu verbessern gesuchet. Er macht die untere Röhre kürzer, damit es nicht nöthig sey, sie so viele Mahl zu biegen, und bringt statt des Wassers nur etwas weniger Quecksilber hinein, welches übrigens eben so wie im varignonschen Manometer von der eingeschlossenen Luft beweget wird. Allein auch diese Einrichtung behält den Fehler, daß sie nur

a) Nützliche Versuche Th. II. Cap. 4. §. 54.

nur die Dichtigkeit der eingeschlossenen, nicht der äußern Luft, anzeige.

Herr Fouchy *) hat dem guerickischen Manometer eine sehr vollkommene Einrichtung gegeben, und für denselben den Nahmen **Dasymeter** vorgeschlagen, welches eben so viel heißet, als Dichtigkeitsmaß. Es bestehet dieses Instrument aus einem Lineal, ungefähr von der Gestalt eines Wagebalkens. An dem einen Ende hängt eine sehr dünn geblasene, fest verschlossene, am besten zugeschmolzene Glaskugel von 15 Zoll im Durchmesser. Am andern Ende des Lineals ist in gleicher Entfernung von der Mitte ein bleyernes Gegengewicht angebracht, welches mit der Glaskugel bey mittlerer Dichtigkeit der Luft genau das Gleichgewicht hält. Bey der angenommenen Größe der Glaskugel kann sie etwa 1 Cubikfuß Luft fassen, wovon das Gewicht bey mittlerer Dichtigkeit der Luft ungefähr auf 720 Gran zu schätzen ist. Das Gewicht der Glaskugel, welche Herr Fouchy angewendet hatte, fand er auf 2304 Grän, und ohne die in selbiger enthaltene Luft $2304 - 720 = 1584$ Grän. Da nun das Gewicht der Luft, welche sich an der Stelle der Kugel befinden konnte, vermöge der Beobachtungen im Winter etwa $\frac{1}{6}$ oder $\frac{720}{6} = 120$ Grän zu- und im Sommer um eben so viel abnimmt, und diese 120 Grän den 13ten Theil von dem mittleren Gewichte der Kugel (1584 Grän) ausmachen, so wird dieses Gewicht im Winter um $\frac{1}{13}$ ab- und im Sommer um $\frac{1}{13}$ zunehmen. Soll also nun das Gegengewicht mit der Glaskugel beständig das Gleichgewicht halten, so muß im Sommer die Kugel, und im Winter das Gegengewichte dem Ruhepunkte des Lineals um $\frac{1}{13}$ seiner Entfernung näher gebracht werden, oder, welches eben das bewirket, es muß der Ruhepunkt um die Hälfte dieser Größe, mithin um $\frac{1}{26}$ der Entfernung von den Enden verschoben werden können.

 Der

*) Description d'un dasymétre. in mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. Paris 1780. p. 73. im gothaischen Magaz. B. III. St. 4. S. 93 f.

Der Hebel ist hierbey als ein bloß mathematischer angenommen worden; bringt man aber das Gewicht des Lineals selbst mit in Anschlag, so findet man die erforderliche Größe der Verschiebung des Ruhepunktes nach dieser Proportion: wie sich verhält das Gewicht der Kugel + dem halben Gewichte des Wagebalkens — der halben Veränderung des Gewichtes der Luft von der Größe der Kugel zu dieser halben Veränderung des Luftgewichtes, eben so verhält sich die halbe Länge des Balkens zu dem Stück, um welches sich der Unterstützungspunkt von der Mitte nach jeder Seite muß verschieben lassen. Hierdurch werden nur die Grenzen der Verschiebung bestimmt. Es soll aber auch dieses Werkzeug ganz geringe Veränderungen anzeigen, wobey das Gewicht der Kugel z. B. nur um einen Grän zu- oder abnimmt. Weil aber hierzu das Aufhängen des Balkens nach der gewöhnlichen Art nicht zureichend ist, so gibt Fouchy seinem Wagbalken keine Zapfen, sondern bringt um die Mitte Stücken an, deren untere Fläche, wie der Fuß einer Wiege, gekrümmt ist, damit der Balken darauf hin- und hergehen, und sich allezeit auf den Punkt setzen kann, welcher ihm zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthig ist. Die geometrische Verzeichnung dieser Curve, wonach die Fläche der Unterlage gebildet werden muß, zeigt Herr Fouchy in der Abhandlung. Die vorhin angegebene Proportion dienet ihr zur Grundlage, und hat eine solche Einrichtung, daß die Veränderung des Gewichtes und der Dichtigkeit der Luft durch den Neigungswinkel des Balkens, welcher ihnen proportioniret ist, angegeben werden. Durch diese Einrichtung fällt die Friktion gänzlich weg; auch die Vergleichbarkeit solcher Werkzeuge wird durch Verschiedenheit in der Größe und dem Gewichte der Kugel oder in der Länge des Wagebalkens nicht gehindert. Die krumme Fläche läßt Fouchy sehr fein poliren, und belegt die wagrechte Unterlage, darauf sie sich wiegt, mit Spiegelglas, wobey alles so eingerichtet ist, daß der Balken sich nicht über 30° auf jeder Seite neiget.

Weil

Weil bey diesem Werkzeuge die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Neigungswinkeln des Balkens proportional sind, so könnten sie durch einen an den Balken angebrachten Gradbogen gemessen werden; allein es würden hierdurch Ungleichheiten in den Gewichten der beiden Arme veranlasset werden, wodurch das Instrument in seinem Gange eine Störung litte. Daher befestiget **Jouchy** hinter dem bleyernen Gegengewichte eine Skale am Fuße des Instrumentes in vertikaler Stellung, und gibt derselben, von der Stelle des Gewichtes bey wagrechtem Stande des Balkens an auf- und abwärts gerechnet, Theile, welche sich wie die Unterschiede der Sinus für die Winkel von 0° bis 30° verhalten. Diese ungleichen Abtheilungen zeigen gleiche Veränderungen der Neigungswinkel, mithin auch der Dichtigkeit der Luft an, weil die Räume, um welche das Gewicht steigt und sinkt, die Sinus der Neigungswinkel vorstellen.

Oberhalb der Kugel und des Gewichtes können an beiden Enden noch ein Paar leichte Wagschalen angebracht werden, um in selbige halbe oder ganze Grane einzulegen, damit man die Räume, um welche das Gegengewicht dadurch steigt oder sinkt, auf einer besonderen Abtheilung der Skale bemerken kann. Diese Abtheilung gibt alsdann sogleich die absoluten Gewichte an, und gibt selbst ein Mittel ab, die Genauigkeit der Krümmung zu prüfen.

Die Empfindlichkeit dieses Werkzeuges beruhet auf der Größe der Verrückung des Unterstützungspunktes. Diese hat hier eine solche Bestimmung erhalten, als es zum Gebrauche bey meteorologischen Beobachtungen nöthig ist. Will man es aber zu andern Absichten gebrauchen, so muß man dazu andere Balken mit andern Verhältnissen der Verrückung des Ruhepunktes, und für jeden solchen Balken eine eigene Skale haben, welche sich statt der vorigen in einen am Fußgestelle befestigten Rahmen einlegen läßt.

Der Herr **de Saussüre** a) gibt den Nahmen **Manometer** einem gewöhnlichen Barometer, welches er in eine

a) Essais sur l'hygrométrie §. 109.

große gläserne Kugel verschloß, um die Elasticität der darin verschlossenen Luft bey verschiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu messen. Da er also nicht die Absicht hatte, die Dichtigkeit, sondern nur die Elasticität hiemit zu bestimmen, so verdiente auch dieses Instrument eigentlich nicht den Nahmen eines Manometers.

Noch eine andere vorzüglich verbesserte Einrichtung des guerickischen Manometers hat Herr Prof. **Gerstner** *) unter dem Nahmen einer **Luftwage** beschrieben. Ihr Gebrauch ist eigentlich zu barometrischen Höhemessungen bestimmt, und gibt das Gewicht eines Cubikzolles Luft in derjenigen Schichte unmittelbar an, in welcher sie aufgestellet ist. An dem einen Ende eines gleicharmigen und in gleiche Theile abgetheilten Hebels (fig. 101.) oder Wagebalkens acb hängt eine leichte hermetisch verschlossene Glasflasche, und an dem andern ein metallenes Gegengewicht. Die körperlichen Inhalte beider werden durch hydrostatische Versuche genau bestimmt. Der Unterschied beider körperlichen Räume sey $= \delta$. Um die Wage bey veränderter Dichtigkeit der Luft ins Gleichgewicht zu bringen, dienet das Laufgewicht l, welches einige Grane zu wiegen braucht. Die Wage selbst ist aus gutem trockenen Holze gemacht, und mit einem Siegellackfirnisse überzogen. Vermittelst der Wasserwage de wird dieses Instrument in wagrechten Stand gebracht. Zwey Ringe d und e halten diese Wasserwage über der Axe des Instrumentes, so daß das Laufgewicht l ungehindert darunter weggeschoben werden kann. Wenn diese Luftwage zu Beobachtungen in der freyen Luft gebrauchet wird, so stellt man sie in ein geräumiges hölzernes Gehäuse, dessen beide Wände vor jeder Beobachtung eine lange Zeit offen stehen, bey der Beobachtung selbst aber verschlossen werden, um die Wirkung des Windes und die natürliche Wärme des Beobachters abzuhalten. Eine jede Abwägung wird jederzeit noch ein Mahl wiederhohlet, und dabey

*) Beobachtungen auf den Reisen nach dem Riesengebirge S. 288. f. S. 298 f.

bey Flasche und Gegengewicht verwechselt. Finden sich alsdann hierbey die Entfernungen des Luf gewichtes b l und a m ungleich groß, so wird zwischen beiden das arithmetische Mittel genommen.

Den Werth der Abtheilungen des Wagebalkens bestimmt Herr **Gerstner** auf folgende Art, er sucht zuerst das Gewicht eines Cubikzolles von demjenigen Quecksilber, womit sein Barometer gefüllt ist. Dieß setze man $= q$. Hierauf mißt er eine mäßige Höhe (von 100 bis 400 Klaftern), und beobachtet einige Mahl sowohl am obern als unteren Endpunkte derselben die Barometerhöhe und den Stand des Laufgewichtes auf der Luftwage mit aller Genauigkeit. Man setze nun, die mittlere Entfernung des Laufgewichtes vom Gegengewichte an beiden Standorten sey $= \varepsilon$, die gemessene Höhe $= x$, die Barometerhöhe am untern Standorte $= \alpha$, am obern $= \varphi$, so ist das mittlere Gewicht eines Cubikzolles Luft $= \frac{\alpha - \varphi}{x} \cdot q$. Man setze nun ferner, bey einem andern Zustande der Luft sey der Abstand des Laufgewichtes vom Gegengewichte $= \varrho$, und die Länge eines Armes der Wage bedeute $= \lambda$, das absolute Gewicht des Laufgewichtes $= \pi$, so muß jetzt die Luft in dem Raume δ um $\frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} \cdot \pi$ mehr wiegen, und das Gewicht eines Cubikzolles Luft $= \gamma$ um $\frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} \cdot \frac{\pi}{\delta}$ größer seyn; mithin ist $\gamma = \frac{\alpha - \varphi}{x} \cdot q + \frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} \cdot \frac{\pi}{\delta}$.

Aus dieser Formel kann man eine Tabelle verfertigen, welche das Gewicht der Luft für jeden Stand der Luftwage oder für jedes ϱ anzeigt. Bey Herrn **Gerstners** Luftwage war

$\delta = 22{,}05$ Cubikzoll	$\varepsilon = 42\frac{2}{3}$ Linien
$q = 119\frac{1}{4}$ Gran	$x = 350\frac{1}{2}$ Klafter
$\pi = 5\frac{1}{3}$ Gran	$\lambda = 192$ Linien

 E

$\alpha - \varphi = 24,6$ Linien $= \frac{41}{1440}$ Klafter

mithin $\gamma = \frac{41}{1440 \cdot 59\frac{1}{2}} \cdot 4195\frac{1}{4} + \frac{\varrho - 42\frac{2}{3}}{192} \cdot \frac{5\frac{1}{2}}{22,05}$

$= 0,287 + \frac{\varrho}{794}$,

woraus man die Werthe für γ findet, wenn man für ϱ nach und nach alle Zahlen von 0 bis 384 (für einen Wagebalken von 384 Linien) setzet.

Eine solche Einrichtung hatte Herrn **Gerstners** Wage. Am 11ten Aug. 1788 fand er auf der Spitze der Schneekappe im Riesengebirge den Stand des Luftgewichtes oder $\varrho =$ 19 Linien, folglich das damahlige Gewicht des Cubikzolles Luft $= 0,287 + \frac{19}{794}$, d. i. 0,311 Grân. Am Fuß des Berges in Marschendorf war zu gleicher Zeit $\varrho = 48,5$ Linien, mithin das Gewicht eines Cubikzolles Luft $= 0,287 + \frac{48,5}{794}$, d. i. 0,348 Grân.

Dieß Werkzeug erhält noch mehr Bequemlichkeit, wenn auf dem Wagebalken selbst die den Abtheilungen zugehörigen Luftgewichte beygeschrieben werden. Dabey läßt sich noch außerdem die Einrichtung so treffen, daß eine jede Abtheilung mit 0,001 Gran Veränderung des Luftgewichtes übereinstimmt. Bey Herrn **Gerstners** Wage, wo der höchste Werth für $\varrho = 384$ Linien ist, mithin γ nicht unter 0,287 und nicht über 0,287 + 0,484 betragen kann, wäre der Wagebalken in 484 Theile zu theilen und bey b 287 zu setzen; auf diese Art würden die Theile bis a fortgezählet das Luftgewicht unmittelbar in Tausendtheilen des Ganzen angegeben. Die Formel zeigt, daß dieß Statt finde, so oft $\frac{\pi}{\lambda \delta} = 1000$ ist. Theilt man alsdann λ oder jeden Arm der Wage in 1000 Theile, und gibt dem Laufgewichte l so viel Gran, als der 10te Theil von δ Cubikzoll besitzet, so unterscheidet jede Abtheilung $\frac{1}{1000}$ Gran vom Gewichte eines

nes Cubikzolles Luft. Ist nun der Arm 100 Linien lang, so kann man auch leicht von jeder Linie noch den zehnten Theil unterscheiden, mithin das Luftgewicht bis auf 0,0001 Gran bestimmen, welches für barometrische Höhenmessungen mehr als hinreichend ist. Wenn ein Mahl eine solche Luftwage gehörig abgetheilet ist, so kann jede andere nach selbiger graduiret werden, wozu Herr **Gerstner** umständlichere Vorschriften gibt.

Mariottisches Gesetz s. **Luft.**

Mars (mars) ist einer von den sechs bekannten Planeten, welche ihre Stellung gegen die Fixsterne täglich ändern, indem sie außer dem scheinbaren täglichen Umlaufe von Westen gegen Osten sich fortbewegen und um den ganzen Himmel herumlaufen. Die mittlere Dauer seines siderischen Umlaufs beträgt 686,979579 Tage oder 686 Tage 23 Stunden 30 Minuten 35 Sekunden und 37 Tertien. Seine Bewegung ist sehr ungleich. Wenn man diesen Planeten des Morgens bey seinem Hervortreten aus den Sonnenstrahlen wieder erblickt, so ist diese Bewegung rechtläufig; sie wird hierauf allmählig langsamer, und = Null wenn der Planet ungefähr 152° von der Sonne absteht; von da an verwandelt sie sich in eine rückläufige Bewegung, deren Geschwindigkeit bis auf den Augenblick der Opposition des Mars mit diesem Gestirne zunimmt. Nachdem sie aber alsdann ihr Maximum erreicht, so nimmt sie wieder ab, und wird = Null, wenn Mars bey seiner Wiederannäherung zur Sonne, dieser auf 152° nahe gekommen ist. In der Folge wird die Bewegung wieder rechtläufig, nachdem sie 73 Tage lang rückläufig gewesen ist, und der Planet während dieser Zeit einen Bogen seines Rücklaufs von ungefähr 18 Graden beschrieben hat. Er fährt nun so lange fort sich der Sonne wieder zu nähern, bis er sich des Abends in ihren Strahlen verlieret. Diese sonderbaren Erscheinungen erneuern sich mit allen Oppositionen des Mars mit sehr großen Verschiedenheiten in Absicht auf die Weite und Dauer des Rücklaufs. Alles dieß sind aber nur Erscheinungen, welche

von

von der Bewegung der Erde *abhängen*, und von welchen sein wahrer Lauf sehr verschieden ist.

Die theorische Astronomie beweiset, daß der Mars einer von den sogenannten obern Planeten ist, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn einschließen. Von der Sonne ausgerechnet ist er der Ordnung nach der vierte Planet, und seine Bahn liegt zwischen der Erd- und der Jupitersbahn, doch so, daß sie der Erd-Bahn weit näher, als der Bahn des Jupiters liegt. Seine Bahn ist, wie alle übrige Planetenbahnen, elliptisch, deren Ebene nicht mit der Ebene der Ecliptik zusammenfällt; vielmehr hat die Marsbahn bald südliche bald nördliche Breite, und schneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten den sogenannten Knoten. Die Neigung der Ebene der Marsbahn gegen die Ebene der Ecliptik beträgt 1° 51′.

Theilet man die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde in 1000 Theile, so beträgt nach **de la Lande** die größte, mittlere und kleinste Entfernung des Mars von der Sonne 1665, 1524 und 1382 solcher Theile, und die Eccentricität = 143. Seine größte Entfernung von der Sonne zu seiner kleinsten verhält sich also ungefähr wie 17 zu 14. Diese merkliche Abweichung von der Kreisgestalt und die Nähe dieser Bahn an der Erde gab **Keplern** Gelegenheit, an diesem Planeten die elliptische Bahn am ersten zu entdecken. Weil also nach dieser Bestimmung die mittlere Entfernung des Mars von der Sonne etwa $1\frac{1}{2}$ Mahl größer als die der Erde ist, so kann man die Marsbahn mit einem Kreise vergleichen, dessen Halbmesser $1\frac{1}{2}$ Mahl größer als der Halbmesser der Erdbahn ist, dessen Mittelpunkt aber nicht in die Sonne selbst, sondern von ihr etwa um $\frac{141}{1000}$ oder um $\frac{1}{7}$ des Halbmessers der Erdbahn entfernet ist. Wenn Mars in Opposition mit der Sonne, und in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne ist, so beträgt sein Abstand von der Erde 1382 — 1017 = 365 kurz zuvor angeführte Theile. Wenn er im Gegentheil mit der Sonne in Conjunktion, und in der Sonnenferne, und die Erde

auch

auch in der Sonnenferne ist, so beträgt alsdann sein Abstand von der Erde 1665 + 1017 = 2682 solcher Theile, jeden zu 12 Erddurchmesser gerechnet. Es verhält sich also seine kleinste Entfernung von unserer Erde zu der größten wie 365: 2682 oder beynahe wie 1 : 7 $\frac{1}{3}$. Daraus erklären sich die großen Veränderungen seines scheinbaren Durchmessers. Bey der mittleren Entfernung beträgt sein Durchmesser ungefähr 10″, und nimmt in eben dem Maße zu, als der Planet sich seiner Opposition nähert, wo er bis auf 30″ anwächst. Nach den Abmessungen des Herrn **Herschels** a) würde der Aequatorialdurchmesser des Mars, aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher sich die Erde von der Sonne befindet, 9″ 8‴ betragen. In eben dieser Entfernung aber erscheinet der Durchmesser der Sonne 31′ 37″, d. i. 210 Mahl größer. Daraus kann man also schließen, daß der Durchmesser des Mars 210 Mahl kleiner als der der Sonne ist, oder daß sein Durchmesser nur 0,504, d. i. etwas weniges über die Hälfte des Erddurchmessers betrage. Nach Herrn **de la Lande**, welcher den scheinbaren Durchmesser des Mars in der Entfernung der Erde von der Sonne auf 11,4 Sekunden setzt, würde der wahre Durchmesser desselben nur 168 Mahl kleiner, als der der Sonne seyn, oder 0,67, d. i. über $\frac{2}{3}$ des Durchmessers der Erde betragen. Nach **de la Lande** würde also der körperliche Raum des Mars $\frac{3}{10}$, nach **Herschel** aber wenig über $\frac{1}{8}$ von dem Raumesinhalte der Erdkugel ausmachen.

La Place gibt die Masse des Mars $\frac{1}{1846082}$ und die der Erde $\frac{1}{329809}$ von der Sonne an. Hiernach hätte also der Mars 5,6 Mahl weniger Masse als die Erde; nach den Bestimmungen des **de la Lande** aber beträgt die Masse des **Mars** 5 Mahl weniger, als die der Erde, und seine Dichtigkeit wäre also etwas über $\frac{2}{3}$ von der Dichtigkeit der Erde. Es würden daher die Körper auf der Oberfläche des Mars in einer Sekunde durch 7 Fuß fallen, nach **Herschels** Bestimmungen aber durch 12 Fuß.

Mars

a) Bode astronomisches Jahrbuch für 1787. S. 212.

Mars erscheinet uns die mehrste Zeit als ein kleiner Stern, ist aber besonders an seinem feuerrothen Lichte sehr kenntlich. Durch Hülfe sehr stark vergrößernder Fernröhre hat man auf selbigem sehr dunkele Flecken bemerket. Aus den Bewegungen dieser Flecken hat schon **Cassini** 1666, und nachher **Maraldi** 1704 geschlossen, daß er sich in 24 Stunden 40 Minuten um seine Axe drehe, und daß diese auf seiner Bahn fast senkrecht stehe. Nach **la Place** beträgt die Umdrehungszeit 1,02733 Tage oder 24 Stunden 1 Minute 38 Sekunden, und seine Axe ist gegen die Ecliptik unter den Winkel 66° 19′ 48″, nach **Herschel** aber unter den Winkel 59° 42′ geneigt. Auch hat Herr **Herschel** gefunden, daß diese Umdrehungsbewegung dem Mars eine sphäroidische Gestalt gegeben hat, deren Aequatorialdurchmesser sich zur Axe wie 16 : 15 verhält.

Weil die Bahn des Mars unsere Erdbahn umgibt, so kann er auch nie zwischen die Erde und die Sonne kommen, und wir können daher nie die von der Sonne abwärts gekehrte Hälfte seiner Kugel ganz sehen. Vielmehr kehrt er uns sowohl, wenn er der Sonne gegen über, als auch, wenn er hinter ihr steht, eben die Seite zu, welche von der Sonne erleuchtet wird. In den Stellen aber, wo er von der Sonne um 90° entfernet ist, scheint uns dieser Planet merklich oval; diese Phasen beweisen also, daß er ein für sich dunkeler Körper ist, und sein Licht von der Sonne erhält.

Nach **Herschel** hat dieser Planet eine starke, aber gemäßigte Atmosphäre, so daß sich dessen Bewohner fast in eben dem Zustande wie wir befinden.

Uebrigens bezeichnen die Astronomen den Mars mit ♂.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde an verschiedenen Stellen. **La Place** Darstellung des Weltsystens, a. d. Franz. übers. Frankf. a. M. 1797. 8. Th. I. S. 73. Th. II. an verschiedenen Stellen.

Maschinen (machinae, machines) sind Werkzeuge, durch welche gewisse Effekte vermittelst angebrachter Kräfte zuwege gebracht werden sollen. Es müssen demnach die Effekte

Effekte bestimmen, wie der Bau einer Maschine am vortheilhaftesten eingerichtet werden müsse. Die Effekte, welche man durch allerley Arten von Maschinen zuwege bringen will, können zwar sehr mannigfaltig seyn, die Hauptabsicht der mehresten Maschinen kömmt aber doch mit einander darin überein, daß man mit möglichster Ersparung der Zeit und Kosten etwas ausrichten will, was sonst mehr Zeit und Aufwand erfordern würde, ja vielleicht ohne Verstärkung der gebrauchten Kräfte vermittelst mechanischer Vorrichtungen gar nicht durch Menschenkräfte ausgerichtet werden könnte. Dahin gehören z. B. alle Arten von Heb- und Zugmaschinen, alle Arten von Mühlen, die Wasserkünste u. dergl.

Man theilet die Maschinen ein in **einfache** und **zusammengesetzte**. Die Kenntniß der Maschinen überhaupt, und ihrer ersten Gründe ist dem Physiker unentbehrlich, indem selbst die Natur den vortheilhaftesten Gebrauch davon machet, und überdem der Experimentator und Beobachter ohne Maschinen wenig oder gar nichts ausrichten kann. **Pappus** *) führet von den einfachen Maschinen fünf an, den Hebel, die Rolle, das Rad an der Axe, den Keil und die Schraube, von welchen eigene Artikel handeln. Es kann hierzu noch die **schiefe Ebene** gesetzet werden. Werden von diesen einfachen Maschinen einige so mit einander in Verbindung gebracht, daß eine der andern ihre Bewegung mittheilen, und keine davon in Bewegung kommen kann, ohne die übrigen mit in Bewegung zu setzen, so entsteht alsdann eine **zusammengesetzte Maschine**. Es wird aber die Güte einer zusammengesetzten Maschine nicht allein aus der Größe des Effektes, sondern auch aus der möglichst einfachen Zusammensetzung der Theile beurtheilet. Bey Erfindung der Maschine muß man vorzüglich darauf Bedacht nehmen, aus welchen Theilen selbige bestehen könne, damit sie nicht zu sehr zusammengesetzet werde, und wie die Kraft an selbiger am vortheilhaftesten anzubringen ist, damit

*) Collect. mathem. lib. VIII.

mit der Effekt, den sie leisten soll, am größten ausfalle. Abbildungen und Beschreibungen vielfältiger Maschinen sind von **Zeising** α) und **Leupold** β) gesammelt worden. In den neuern Zeiten hat auch Herr **Lempe** in Freyberg die Maschinenlehre zu bearbeiten angefangen, und bereits schon einige Theile geliefert γ).

In der ganzen Maschinenlehre liegt der Satz zum Grunde, daß man nie zugleich an Kraft und Geschwindigkeit gewinne, sondern beständig an dem einen eben so viel verlieren muß, als man an dem andern gewinnt.

Man gibt auch wohl in einem etwas weitläuftigen Verstande den Nahmen der Maschinen solchen Werkzeugen, bey denen man eben nicht die Hauptabsicht hat, Effekte durch Anwendung geringer Kräfte zuwege zu bringen. Dergleichen Werkzeuge sollten aber lieber **Instrumente**, **Geräthschaften** u. s. f. heißen, wie z. B. **Parkers** Maschine. Von solchen Maschinen hat besonders **Geißler** δ) gehandelt.

Maschine zur Centralbewegung s. **Centralmaschine.**

Maschine zu Compressionen flüssiger Materien s. **Compressionsmaschine**

Maschine durch Dämpfe bewegt s. **Dampfmaschine.**

Maschine zur Erregung der Elektricität s. **Elektrisirmaschine.**

Maschine durch Feuer bewegt s. **Dampfmaschine.**

Maschine Funicular- s. **Vera's Maschine**

Maschine des Mariotte s. **Percussionsmaschine.**

Maschine

α) Theatrum machinarum. Leipz. 1673. in längl. 4.

β) Theatrum machinarum in 8 Fol. Bänd. mit verschiedenen Titeln Leipzig 1724 — 1727.

γ) Technische Maschinenlehre oder: Lehrbegriff der Maschinenlehre mit Rücksicht auf den Bergbau. Leipz. 1795. gr. 4

δ) Beschreibung und Geschichte der neuesten und vorzüglichsten Instrumente und Kunstwerke. Zittau und Leipzig I. — IV. Theil 1792 — 1795. mit Kupf. gr. 8.

Maschine des Papinus s. papinische Maschine.

Maschine Parkers zur Bereitung der Mineralwasser s. Parkers Maschine.

Maschine, Potenzen- s. Potenzen.

Maschine, Segners s. Segners hydraulische Maschine.

Maschine zur Verdünnung der Luft s. Luftpumpe.

Maschine zu Versuchen über den Stoß s. Percussionsmaschine.

Maschine des Vera s. Vera's Maschine.

Masse (massa, masse). Unter der Masse des Körpers versteht man die Menge des Beweglichen im bestimmten Raume. Weil das Bewegliche im Raume das letzte mögliche Subjekt, und die Menge dieses Beweglichen außerhalb einander die Quantität der Substanz ist, so ist auch die Masse als Substanz betrachtet nichts weiter als die Menge aller Substanzen, woraus die Materie bestehet.

Nach dem atomistischen Systeme, da die Theilbarkeit der Materie zuletzt bey den Atomen oder Grundkörperchen aufhöret, muß man sich jeden Körper als eine Summe solcher Atome vorstellen, deren Anzahl folglich die Masse desselben ausmachen würde. Da es aber praktisch unmöglich ist, diese Atome zu zählen, so hat man auch kein anderes Mittel, die Masse eines Körpers zu bestimmen, als die Vergleichung. Man nimmt nämlich an, daß alle Atome des Körpers von der Schwere afficiret werden, und daraus lasse sich folgern, daß die Menge der materiellen Theile zweyer Körper oder ihre Massen sich wie die Gewichte derselben verhalten müßten.

Nach der dynamischen Lehre kann die Quantität der Materie, d. i. die Masse in Vergleichung mit einer jeden andern nur durch die Größe der Bewegung bey gleicher Geschwindigkeit geschätzet werden. Denn weil nach dieser Lehre die Materie physisch unendlich theilbar ist, so läßt sich auch die Quantität keiner Materie durch die Menge der Theile unmit-

unmittelbar bestimmen. Vergleichet man aber eine Materie mit der andern, so kann man zwar bey gleichartigen Materien die Verhältnisse der Massen bestimmen, indem die Quantität der Materie der Größe des Umfanges proportioniret ist. So besitzen z. B. 2 Cubikzoll Bley noch ein Mahl so viele Materie, als 1 Cubikzoll. Allein es wird sich doch kein Verhältniß der einen Materie zu einer andern mit jener specifisch verschiedenen angeben lassen. Folglich hat man weder unmittelbar noch mittelbar durch Vergleichung ein gültiges Maß, die Quantität der Materie zu schätzen, so lange die Bewegung derselben nicht in Betrachtung kömmt. Es bleibt folglich kein Maß als die Größe der Bewegung übrig. In dieser aber kann kein Unterschied der Bewegung, welcher auf der Quantität der Materie beruhet, anders gegeben werden, als wenn die Geschwindigkeit der Materie gleich angenommen wird. Daher läßt sich die Quantität der Materie, d. i. die Masse in Vergleichung mit einer jeden andern nur durch die Bewegung bey gleicher Geschwindigkeit schätzen.

Die Erfahrung lehret aber wirklich, daß alle Theile eines Körpers von der Schwere afficiret werden. Das Gewicht eines Körpers kann nur alsdann verändert werden, wenn entweder mehr Materie hinzugethan, oder dergleichen weggenommen wird; denn alsdann ist im ersten Falle sein Gewicht größer, im andern aber leichter. Außerdem wird am Gewicht des Körpers gar keine Aenderung Statt finden, man mag den Körper in eine Gestalt umformen, in welche man will, man mag seinen Raum entweder verengern oder erweitern u. s. f., wenn nur die Menge der Materie die vorige bleibt. Daraus folgt also unläugbar, daß die Gewichte der Körper auch die Menge der materiellen Theile im bestimmten Raume, mithin die Massen derselben bestimmen. Dieß widerspricht jedoch dem Satze nicht, daß die Quantität der Materie in Vergleichung mit einer andern bloß durch die Bewegung bey gleicher Geschwindigkeit geschätzet werden könne. Denn bey der Kraft der Schwere geschie-

geschiehet die Wirkung der Materie mit allen ihren Theilen zugleich unmittelbar auf alle Theile einer andern Materie (nämlich derjenigen, welche mit jener durchs Abwiegen das Gleichgewicht hält), und ist folglich bey gleichen Entfernungen offenbar der Menge der Theile proportional. Ueberdem ertheilet sich der anziehende Körper dadurch selbst auch eine Geschwindigkeit mit, nämlich durch den Widerstand des gezogenen, welche gerade der Menge der Theile bey gleichen äußern Umständen proportioniret ist. Folglich geschiehet auch hier die Schätzung der Quantität der Materie, wiewohl indirekt, doch in der That vermittelst der Bewegung.

Einige Naturforscher behaupten, daß es Materie ohne alle Schwere gebe. Es lehret aber die Erfahrung unläugbar, daß alle materielle Stoffe, welche mit unserer Erde in Verbindung sind, schwer gegen diese sind; einige wenige scheinen nur mit dieser Erfahrung nicht übereinzustimmen, wie z. B. Lichtmaterie, Wärmematerie, elektrische Materie, magnetische Materie u. s. f. Allein diese wenigen Stoffe, von deren Natur und Beschaffenheit wir bisjetzt noch gar keine Kenntniß haben, geben uns noch gar kein Recht, von der allgemeinen Regel, daß alle mit unserer Erde verbundene Materie gegen selbige schwer ist, abzugehen. Vielmehr läßt sich mit weit größerer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß auch diese Stoffe als materiel betrachtet gegen die Erde schwer sind. M. s. expansible Flüssigkeiten, Schwere.

Noch mehr ist es der allgemeinen Erfahrung entgegen, materielle Stoffe von negativer Schwere anzunehmen. Denn diese würden offenbar ihrem eigenen Bestreben, von der Erde sich zu entfernen, ungehindert folgen, und ins Unendliche zerstreuet werden, indem selbst die Verbindung anderer Materie mit ihnen nicht hinreichend wäre, sie zurückzuhalten. Diejenigen Naturforscher, welche diese Meinung von der negativen Schwere einiger Stoffe zur Erklärung verschiedener Phänomene angenommen hatten, sind jedoch wieder davon abgegangen, indem man alle diese Er-

scheinungen ohne eine solche Behauptung weit glücklicher erklären kann.

Wenn die Massen der Körper durch Vergleichung ihrer Gewichte geschätzet werden sollen, so muß diese Vergleichung nicht im luftvollen Raume geschehen. Das wahre Gewicht der Körper findet man nur alsdann, wenn man zu dem im luftvollen Raume gefundenen Gewichte das Gewicht der Luft, welche die Körper verdrängen, hinzusetzet. In den meisten Fällen ist jedoch das Gewicht der Luft unbeträchtlich, und nur alsdann nicht zu vernachlässigen, wenn sehr leichte Körper einen großen Umfang einnehmen. M. s. **Gewicht** (Th. II. S. 769 f.).

In der Mechanik wird sehr oft das Gewicht als Ausdruck der Masse gebrauchet. Dieß geschiehet jederzeit in den Fällen, wo Massen durch Vergleichung mit Gewichten bestimmt werden. Setzt man die Masse eines Körpers $= M$, sein Gewicht $= P$, und die beschleunigende Kraft $= f$, so hat man $P = f \cdot M$, und $\frac{P}{f} = M$, folglich $P = M$, wenn $f = 1$ ist, welches in allen Fällen Statt findet, wenn Körper ruhend, nicht in Bewegung sind; denn alsdann wird jederzeit das Gewicht eines Körpers nur in Vergleichung mit dem Gewichte eines andern Körpers, welches zur Einheit angenommen ist, bestimmt. Wenn z. B. ein Körper auf einem recht glatten Brete an einem Faden im Kreise herumgeschwungen wird, so findet man nach der unter dem Artikel, **Centralbewegung** (Th. I. S. 525.) gefundenen Formel $\lambda = \frac{\gamma^2}{2 g a}$ die Größe des Zuges gegen den Mittelpunkt. Ist nämlich die Geschwindigkeit des Körpers in einer Sekunde $= 2' = \gamma$, der Halbmesser des Kreises $= 2' = a$ und $g = 15$, so ergibt sich $\lambda = \frac{4}{4 \cdot 15} = \frac{1}{15}$, oder die Größe des Zuges gegen den Mittelpunkt beträgt $\frac{1}{15}$ der Gravitation. Ist das Gewicht des Körpers $= 15$ Loth, so

erfordert

erfordert er einen Zug von 1 Loth bewegender Kraft. Eben so stark spannt er den Faden, an welchem er geschwungen wird. Hier nehmen diejenigen, welche dem atomistischen Systeme zugethan sind, an, die Schwere des Körpers sey so lange, als er auf dem Brete liege, ganz aufgehoben, Bewegung und Schwung erhalte sich bloß durch Trägheit, und der Ausdruck 15 Loth sey bloß Ausdruck seiner Masse und zwar seiner trägen Masse, nicht seines Gewichtes. Allein träge Masse allein kann gar keinen Widerstand leisten. Meiner Meinung nach hat es hiermit folgende Bewandniß. So lange der Körper auf dem Brete ruhet, übt er vermöge der Wirkung der Anziehung unserer Erde einen Druck auf selbiges aus, und eben dieser bestimmte Druck heißt nun sein Gewicht, keinesweges aber hat er dadurch seine Schwere verloren, indem er immer noch ein Bestreben behält, gegen den Mittelpunkt der Erde sich hinzubewegen, er kann nicht als bloß träger, als nicht schwerer Körper betrachtet werden. Sobald er aber durch eine äußere Kraft in Schwung gebracht wird, so erhält er dadurch bloß eine von der Richtung der Schwere veränderte Richtung, und wenn gleich der Körper durch den Schwung eine so große Geschwindigkeit erhalten sollte, daß die Bestrebung nach dem Mittelpunkte der Erde zu gehen ganz aufgehoben, mithin das Bret vom Körper gar nicht mehr gedrückt würde, so muß er doch noch als schwerer Körper betrachtet werden, d. h. um seine bewegende Kraft zu berechnen, muß erst seine Masse durchs Gewicht bestimmt seyn. Wenn daher angenommen wird, daß der Körper, welcher in eine schwingende Bewegung versetzet werden soll, 15 Loth wieget, so kann dieß nicht Ausdruck einer bloß trägen Masse, sondern es muß Ausdruck des Gewichts, mithin der schweren Masse seyn, indem es noch vor der Schwungbewegung des Körpers in Vergleichung mit dem Gewichte von 1 Loth bestimmt wurde.

Materie, materieller Stoff, körperlicher Stoff (materia corporum, matière, matière des corps) heißt

überhaupt das, was einen Raum erfüllt. Mit der Vorstellung von etwas Körperlichen ist auch allezeit die Vorstellung der Ausdehnung unzertrennlich verbunden, d. h. es muß in einem Raume enthalten seyn, welchen man nach dreyerley auf einander senkrecht stehenden Richtungen abmessen oder worin man Länge, Breite und Höhe unterscheiden kann. Ob also gleich von der Vorstellung des Körpers die Vorstellung des Raumes nicht getrennt werden kann, so folgt doch daraus nicht, daß der Raum eine Eigenschaft der Materie an sich sey; vielmehr ist er die Form der äußern sinnlichen Anschauung, und Materie die bloße Erscheinung unserer äußern Sinne überhaupt.

Der Anschauung muß ein äußerer Eindruck vorangehen. Denn auch auf todte Materie kann nicht gewirket werden, es sey denn, daß sie zurückwirke. Auf uns soll aber nicht wie auf todte Materie gewirket werden, sondern diese Wirkung soll zum Bewußtseyn kommen. Es muß daher nothwendig der Eindruck auf eine ursprüngliche Thätigkeit in uns geschehen, welche selbst nach dem Eindruck noch frey bleiben muß. Die eigentliche Physik, welche sich bloß mit den Erscheinungen materieller Dinge, so wie sie aus den Erfahrungen hergeleitet werden können, beschäftiget, läßt es zwar unbeantwortet, wie der Eindruck der Materie auf uns möglich, und wie überhaupt die Möglichkeit der Materie gedenkbar sey, und überläßt vielmehr die Beantwortung dieser Fragen der Metaphysik; allein zuletzt muß sie sich doch ganz auf metaphysische Untersuchungen stützen, und dieserwegen wird es nicht unschicklich seyn, in möglichster Kürze die Meinungen anzuführen, welche sich die Weltweisen von dem Wesen der Materie und ihrer Einwirkung auf uns gemacht haben.

Die ältesten Weltweisen nahmen seelenartige Kräfte in der Materie an, welche sie ποιοτητας nannten. Sie glaubten, die Materie sey ewig, und hielten die lebendigen Kräfte für Ausflüsse eines allgemeinen Weltgeistes; die Theile der Materie aber stellten sie sich immer noch als materiell und ausgedehnt

ausgedehnt vor, und betrachteten den Weltgeist entweder als bloß materiell, oder als eine in seine Materie eingekleidete Denkkraft.

Leucipp und noch mehr sein Schüler **Demokrit** verwarfen die seelenartigen Kräfte der materiellen Theile, setzten zwey Hypothesen, nämlich den leeren Raum und die ersten Grundkörperchen oder Atome, voraus, und suchten daraus die ganze lebendige Natur durch Einwirkung äußerer Kräfte herzuleiten. Den Atomen gaben sie folgende Eigenschaften, absolute Undurchdringlichkeit, Ausdehnung, Bewegung und Schwere. Diese sogenannte atomistische Philosophie, welche bis auf unsere Zeiten den allgemeinen Beyfall der Physiker erhalten hat, wurde nachher von der epicureischen Schule angenommen, und ist von **Lucrez** in dem Gedichte, de rerum natura, mit vielen Zusätzen vorgetragen worden. Die Idee, daß die materielle Welt aus den ersten Theilchen, Grundkörperchen, zusammengesetzet sey, ist, wie **Cudworth** [α]) beweiset, älter, als Leucipp und mit der epicureischen Schule mehreren Schulen gemein gewesen. Die ältern Philosophen legten nur diesen Theilchen seelenartige Kräfte bey, dahingegen die Epicuräer selbige für nichts als leblose Materie ausgaben. **P. Gassendi** [β]) hat dieses System von dem Vorwurfe, daß es zu dem Atheismus führe (daher auch selbst **Demokrit** für einen Atheisten gehalten wurde), zu reinigen gesuchet, den leeren Raum gegen die Peripathetiker vertheidiget, und die Naturlehre mechanisch aus den Figuren und andern Eigenschaften bloß materieller Atome abgeleitet, wodurch die atomistische Physik ihre neuere Gestalt erhielt.

Cartesius machte einen genauen Unterschied unter den Geistigen oder durchaus Einfachen, und dem Materiellen, und setzte das Wesen des letztern ganz allein in die Ausdehnung. Seinem Systeme hat man den Nahmen **Dualis**-

α) System. intellect. ex edit. *Moshemii.* Jenae 1733. fol. Tom. I. pag. 9.

β) Syntagma philosophiae Epicuri.

mus gegeben, weil es alle Wesen in die zwey ganz verschiedenen Classen der geistigen und körperlichen eintheilet. **Cartesius** lehret, daß wir bey Betrachtung der Dinge außer uns an allen zweifeln sollen. Von unserem Selbst wären wir überzeugt, weil dieses bloß in der Denkkraft bestehe, von den Dingen außer uns aber müßten wir erst fühlen, daß Ausdehnung, Bewegung, Gestalt und alle übrige Eigenschaften dem Körperlichen zukomme. Die Materie nimmt er zusammengesetzt aus Theilen an, welche zwar in der Wirklichkeit untheilbar oder Atomen, im Verstande aber noch theilbar und ausgedehnet wären. Alles Ausgedehnte ohne Materie, oder den leeren Raum, läugnet er schlechterdings. Denn wenn man die körperliche Substanz von der Ausdehnung trenne, so bleibe entweder gar keine Substanz mehr, oder doch nur ein verworrener Begriff von geistiger Substanz übrig; der wahre Begriff vom Körperlichen bleibe immer da, wo man die Ausdehnung sich gedenke. Dem Schöpfer läßt er die Welt aus einem harten Stoffe bilden, der in Theile von unendlich verschiedenen Formen zerschlagen und in Bewegung gesetzet worden. M. s. den Artikel, **Erdkugel** (Th. II. S. 231.).

Die Grundsätze seines Systems sind diese: daß man alles aus der Lage, Figur und Bewegung der Materie erklären müsse, und daß Ausdehnung einerley mit Materie sey. Die Theile der Materie, welche **Cartesius** annimmt, sind von den Atomen der Alten darin verschieden, daß sie an sich noch theilbar sind, daß sie sich in keinem leeren Raume befinden, daß ihnen die Schwere nicht eigenthümlich sey, sondern erst durch ihre Lage und Bewegung gegen andere Körper bestimmt wird, und daß die Entstehung der Welt aus ihnen ganz anders, als bey den Alten, hergeleitet werden muß.

Cartesius selbst soll seine Naturlehre überhaupt gegen seine vertrauten Freunde nur seinen Roman genannt haben, wie P. **Rapin** *) mit folgenden Worten anführet: "Des-Cartes

*) Reflexions sur le philosoph. p. 353.

Cartes construit vne physique nouvelle sur des principes, qui ne sont pas tout à fait nouveaux, il traite lui-même son système de chimère; car c'est ainsi qui l'en parloit à ses confidens, appellant sa philosophie son roman".

Newton gab sich mit metaphysischen Untersuchungen nicht ab. An einigen Stellen seiner Princip. führet er bloß an, daß er die Materie als eine Zusammenhäufung kleinster Theilchen betrachte, die selbst materiell und ausgedehnet sind, und durch eine Kraft, deren Natur er nicht weiter untersuchet, sehr stark unter einander zusammenhängen. So gehöret also Newton's Physik ebenfalls zu dem atomistischen Systeme. Uebrigens bestreitet er des Cartesius vollen Raum, und den irrigen Begriff, daß Ausdehnung nichts weiter als Materie sey. Durch eine fruchtbare Anwendung der Mathematik beweiset er, daß die Anziehung der Materie gegen einander eine allgemeine Erscheinung sey, läßt aber die Natur und die Ursache der Kräfte überhaupt ganz unentschieden, und wagt sich noch viel weniger an das Problem, wie Materie und Geist in einander wirken.

Weil der Dualismus des Cartesius noch viele Schwierigkeiten in Absicht auf die Verknüpfung zwischen Materie und Geist zurückläßt, so sind dadurch eine große Menge metaphysischer Systeme veranlasset worden. Dahin gehöret zuerst der **Idealismus**, nach welchem es gar keine Materie gibt. Die Vorstellungen, welche man davon hat, sind nichts weiter, als Vorspiegelungen, welche die Gottheit in uns erwecket. Zu dieser Meinung hatte Cartesius selbst Gelegenheit gegeben, indem er das Daseyn der Materie bloß aus dieser Ursache erweise, daß uns Gott nicht täuschen werde, und selbst zur Entstehung der Vorstellungen von Materie die Mitwirkung der Gottheit für nöthig hält. Darauf stützte der P. **Malebranche** *) den Satz, daß wir alle Dinge in Gott sehen, und daß uns selbst der

*) De la recherche de la verité. à Paris 1721. II. Tom. 4. Par. Tom. II. lib. III. chap. I.

Glaube berechtige, das Daseyn aller Dinge außer Gott und den Geistern zu läugnen. Die Wirkung der Materie auf unsern Geist betrachtete er also ebenfalls als eine unmittelbare Einwirkung der Gottheit. **Berkeley** [α]) machte den Idealismus demonstrativ, und zeigte, daß uns die Gottheit nicht ein Mahl täusche, weil in der That etwas außer uns existire, nämlich die göttlichen in unsern Geist wirkenden Ideen.

Die Systeme des **Spinoza** und **Hume** gehen noch weiter. Das erstere nimmt eine einzige Substanz an, welche in unendlicher Denkkraft und Ausdehnung bestehe, so daß alle geistige Erscheinungen Zustände dieser einzigen Denkkraft, und alle materielle Phänomene Zustände eben dieser einzigen Ausdehnung sind. Das System des **Hume** nimmt sogar keine Substanzen, Subjekte und selbstständige Dinge an, sondern läßt alles Geistige und Körperliche als ein Reihe vorübergehender Erscheinungen bestehen.

Dem Idealismus ist der **allgemeine Materialismus** entgegengesetzet. Nach diesem ist nämlich alles nicht allein was außer uns ist, sondern auch unsere Seele, als eine Zusammensetzung materieller Substanzen zu betrachten, welches schon viele alte Philosophen behauptet haben, ob man gleich alle keines groben Materialismus beschuldigen kann.

Der Herr von **Leibnitz** [β]) führte, um den Eindruck der Materie auf unsern Geist besser, als nach dem Dualismus, Idealismus und Materialismus zu erklären, die **Monaden** ein. Er glaubte nämlich, daß auf unsern Geist nichts weiter, als ebenfalls etwas Geistiges wirken könne, und daß alle unsere Begriffe von Materie sich zuletzt in bloße Begriffe von Erscheinungen und Eigenschaften auflösen müßten. Daher verwarf er die Wirklichkeit ausgedehnter

α) Treatise concerning the principles of human knowledge, Dialogues between Hylas and Philonous.

β) Princip. philosoph. in opp. p. *Lud. Dutens.* Genev. 1768. VI. Tom. 4. Tom. II.

gedehnter Atomen, und behauptete, daß sie als ausgedehnte Substanzen doch wenigstens im Verstande noch theilbar seyn müßten; und folglich keine wahren ausdrücklichen Einheiten wären. Zu dem Ende betrachtete er alle Eigenschaften der Materie für einen bloßen Schein, und den physischen Körper, so wie er sich unserer Empfindung darstellet, als ein verworrenes Phänomen der Wirkungen einfacher Substanzen auf unsere Sinne. Die einfachen Substanzen oder Monaden hält er für ähnlich mit den geistigen, als Vorstellungskräfte, wovon eine jede ihre eigene Grundbestimmung hat. Die ganze Welt macht eine zusammenhängende Reihe solcher Vorstellungskräfte aus, deren Größe und Beschaffenheit verschieden ist. Die in der Ruhe sich befindenden Vorstellungskräfte sind die Substanzen der scheinbaren Materie, welche ohne Bewußtseyn nur verworrener Eindrücke fähig sind; die wachenden aber sind die Geister, von der niedrigsten bis zur höchsten Geistesart in stetiger Reihe. Die vollkommensten aller wirklichen und möglichen Vorstellungskräfte ist die Gottheit selbst, welche in sich selbst alle mögliche Substanzen mit ihren Eigenschaften und Verhältnissen aufs deutlichste und ohne vorbildende Außendinge vorstellet. Vollständiger findet man die leibnitzische Monadologie vorgetragen beym **Alexander Gottlieb Baumgarten.**

Diese Einführung der Monaden hebt zwar allen Materialismus auf, setzt den Idealismus etwas eben so Mögliches und Unwiderlegliches an die Seite, und zeigt die Möglichkeit der Vereinigung zwischen Geist und Körper, welches nach dem Dualismus nicht eingesehen werden kann. Allein man muß hierbey noch vorzüglich folgenden wichtigen Unterschied machen, ob das Zusammengesetzte als Ding an sich gegeben, oder ob es nur in der Erscheinung gegeben ist; im erstern Falle muß freylich das Zusammengesetzte aus dem Einfachen bestehen, denn die Theile müssen hier vor aller Zusammensetzung gegeben seyn. Aber das Zusammengesetzte in der Erscheinung besteht nicht aus dem Einfachen, weil in der Erscheinung, welche nie anders als zusammengesetzt

gesetzt (ausgedehnt) gegeben werden kann, die Theile nur durch Theilung und also nicht vor dem Zusammengesetzten, sondern nur in demselben gegeben werden können. Nach Herrn **Kants** Urtheile ist der Herr **von Leibnitz** nicht ein Mahl richtig verstanden worden. **Leibnitzens** Meinung sey nicht, den Raum durch die Ordnung einfacher Substanzen neben einander zu erklären, sondern ihm vielmehr diese als correspondirend, aber zu einer bloß intelligibeln für uns unbekannten Welt, gehörig zur Seite zu setzen, und nichts anders zu behaupten, als daß der Raum samt der Materie, davon er die Form ist, nicht die Welt von Dingen an sich selbst, sondern nur die Erscheinung derselben enthalte, und selbst nur die Form unserer äußern Anschauung sey.

Der P. **Boscowich** [α]) behauptet, daß die Materie bloß aus physischen Punkten bestehe, welche mit abstoßenden und anziehenden Kräften in bestimmten Wirkungskreisen versehen sind. Allein das Unzulängliche dieser Hypothese ist bereits unter dem Artikel, **Licht**, widerleget worden.

Priestley [β]), welcher bereits diese Meinung in seiner Geschichte der Optik erwähnet, und zugleich erzählet, daß sein Freund **Mitchell** diesen Gedanken in seinen jüngern Jahren gehabt habe, hat diese Idee weiter auszuführen gesuchet. Er behauptet nämlich, daß die Materie aus nichts weiter bestehe, als aus Zurückstoßungen und Anziehungen, welche sich auf gewisse mathematische Punkte im Raume beziehen. Er wendet dieses System auf eine eigene Art zur Vertheidigung des Materialismus an, indem er dafür hält, es lasse sich die Seele ganz wohl aus einer veredelten Materie erklären, welche bloß aus Kräften bestehe, und also auch wohl die Kraft zu denken und zu empfinden haben könne. Seine Behauptungen gehen zuletzt so weit, daß er der geistigen Substanz alle Einheit und Untheilbarkeit abspricht.

Herr

α) Theoria philosoph. naturalis. Venet. 1763. 8.
β) Disquisitions relating to Matter and spirit. Lond. 1778. 8.

Herr de Lüc *) hat die Behauptungen des Herrn Priestley umständlich zu widerlegen gesucht. Er hat sich zu zeigen bemühet, daß Kraft, welche bloß auf einen mathematischen Punkt im Raume Bezug hat, Wirksamkeit ohne Substanz, ein leerer Ausdruck sey; daß Anziehungs- und Zurückstoßungskraft nichts weiter als Anziehen und Abstoßen, keinesweges aber Selbstgefühl, Denken und Empfinden erkläre, und daß Elemente eines sich selbst fühlenden Ganzen ebenfalls Selbstgefühl besitzen müsse, welches allen Begriff von Elementen aufhebe, indem nur ein einziges Element das ganze Phänomen erkläre; daß endlich die Wirkungskreise, welchen doch Priestley eine Ausdehnung geben müsse, einander verdrängen müßten, wodurch der eine Wirkungskreis seine ihm ertheilte Bewegung fortzusetzen genöthiget sey, daß man zuletzt also immer wieder auf Materie kommen müsse, welche träg und undurchdringlich wäre. Herr de Lüc selbst ist ein eifriger Anhänger der atomistischen Physik, und suchet die Schwierigkeit des Dualismus mit wenigen so zu heben, daß er annimmt, es gebe nicht nur Substanzen, sondern auch Eigenschaften der Materie, welche nicht in unsere Sinne fallen. Vermittelst dergleichen Eigenschaften können Materie und Geist in einander wirken.

Eine andere Vorstellung von dem Wesen der Materie macht sich D. Peart β). Er sucht die ganze Natur aus Materie und dem Anziehen beym Berühren zu erklären, und nimmt zu dieser Absicht zweyerley Arten von Materie an, eine fixe und eine thätige. Bey der fixen Materie findet bloß Anziehen und Undurchdringlichkeit Statt; sie zieht nämlich die Theile der thätigen Materie an. Diese thätige Materie hat die besondere Eigenschaft, sich in geraden Strahlen zu verbreiten, welche von der fixen Materie, wie

*) Physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen, mit Abkürz. a. d. Französ. übers. Th. I. S. 88.

β) On the elementary principles of nature and the simple laws, by which they are governed, by E. *Peart* M. D. Gainsborough 1779. 8. E. Peart's Versuch über die Urstoffe der Natur und ihre Gesetze a. d. Engl. von D. Kühn. Leipz. 1791. 8.

wie von einem Mittelpunkte ausgehen, und um diese Atmosphären bilden. Die thätige Materie ist wieder von doppelter Art, wovon **Peart** die eine den **Aether** und die andere das **Phlogiston** nennet. Diese beiden Arten ziehen sich unter einander sehr stark an, wenn sie in gleichem Grade thätig sind. Ein fixes Theilchen, mit einer Atmosphäre von Aether umgeben, bildet **erdigten**, und ein Theilchen mit einer Atmosphäre von Phlogiston **säurezeugenden Stoff**. Atmosphären von gleichartigen Theilen drücken auf einander, hingegen ungleichartige ziehen sich an, und verursachen dadurch, daß ihre Mittelpunkte in Berührung kommen. Durch die Anziehung der beiden Arten von thätiger Materie geschiehet es, daß die phlogistischen Atmosphären die ätherischen, und diese jene umgeben. Wenn nun dergleichen zusammengesetzte Atmosphären von verschiedener Art sich berühren, so vereinigen sich die äußern Atmosphären so weit, daß die innern sich berühren und sättigen, da alsdann aus der Berührung der fixen Mittelpunkte ein fester Körper entsteht. Die äußern Atmosphären, welche nun von den gesättigten innern nicht mehr angezogen werden, bilden freye Flüssigkeit, wie das Licht und Feuer.

Bey einer größern Menge fixer Theilchen ist auch eine größere Menge thätiger Theilchen wirksam, mithin auch die Anziehung stärker. Daraus entspringt die Gravitation, durch welche jede materielle Masse mit allen andern verbunden wird.

Aus diesen Voraussetzungen erkläret nun **Peart** die vornehmsten Gesetze der Schwere, der chemischen Verwandtschaften, der Elektricität u. s. f. Man sieht aber sehr leicht ein, daß vor allen Dingen erst zu erweisen wäre, ob alle diese Voraussetzungen in der Natur wirklich Statt fänden. Meines Erachtens sind dieß bloß Fiktionen, wie man dergleichen mehrere andere hat, aus welchen sich die genannten Gesetze gleich gut herleiten lassen, ob sie gleich schwerlich aus der Erfahrung bewiesen werden können.

Unter allen Philosophen scheint **Kant** das Wesen der Materie am wahrscheinlichsten in anziehende und zurückstoßende Kräfte zu setzen, wie er mit einem ihm eigenen Scharfsinne in seinen metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft gezeiget hat. Alles hierher Gehörige ist bereits unter dem Artikel, **Grundkräfte**, angezeiget worden.

Materie, elektrische s. **Elektricität.**

Materie des Feuers s. **Wärmematerie.**

Materie des Lichtes s. **Licht.**

Materie, magnetische s. **Magnet.**

Materie, schwermachende s. **Schwere.**

Mathematik, Größenlehre (mathesis, mathemata, les mathématiques) heißt die Wissenschaft, aus bekannten Größen andere unbekannte zu finden, und selbige mit einander zu vergleichen. Sie hat ihren Nahmen von dem griechischen Worte *μάϑησις* oder *μάϑημα* (doctrina s. disciplina) erhalten, weil sie bey den Griechen als die einzige Wissenschaft betrachtet wurde, nach welcher man richtig denken lerne. Dieserwegen wurde sie auch beständig als eine Vorbereitung zu den philosophischen Wissenschaften getrieben.

Man theilet die Mathematik in **reine** (mathesis pura, abstracta) und **angewandte** (mathesis applicata, mixta) ab. Jene betrachtet die Größen von allen andern Eigenschaften der Dinge, an welchen sie wahrgenommen werden, abgesondert, diese aber zugleich die Eigenschaften der Dinge mit, bey denen sich die Größen finden.

Weil eine jede Größe theils als eine Menge von Theilen, ohne auf ihre Verbindung und Lage gegen einander zu sehen, theils aber auch als ein Ganzes, dessen Theile in ununterbrochenem Zusammenhange stehen, betrachtet werden kann, so erhellet daraus, daß die reine Mathematik in zwey andere Haupttheile zerfällt, nämlich in die **Arithmetik** oder **Rechenkunst**, und in die **Geometrie** oder **Meßkunst**. Jene gibt nämlich Unterricht von den Gesetzen derjenigen Größen, welche bloß als Mengen von Theilen, die

zusammen-

zusammengenommen oder gezählet ein Ganzes geben, angesehen werden, diese aber von denjenigen Größen, deren Theile zusammenhängende Theile eines Raumes sind. Außer diesen beiden genannten Wissenschaften, Arithmetik und Geometrie, rechnet man auch noch zur reinen Mathematik die **Trigonometrie** oder die Wissenschaft, unbekannte Seiten oder Winkel eines Dreyecks zu berechnen. Diese wird nach Verschiedenheit der Dreyecke in die **ebene** oder **körperliche (sphärische)** Trigonometrie abgetheilet. Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie machen zusammen die **Elementar-** oder **gemeine Mathematik** (mathesis elementaris, mathemata inferiora) aus.

Noch gibt es allgemeine Kunstgriffe, um aus dem Bekannten das Unbekannte zu finden, indem man das Unbekannte als bekannt betrachtet, und nun rückwärts durch Schlüsse auf dasjenige geleitet wird, was man vorzunehmen hat, um das Unbekannte zu finden. Diese Kunstgriffe machen die **mathematische Erfindungskunst**, oder **mathematische Analyse** aus, welche sich in verschiedene Zweige verbreitet. Die nächste Vorbereitung zu dieser ist die **allgemeine Rechenkunst** oder **Buchstabenrechnung**, welche lehret, durch Hülfe allgemeiner Zeichen und deren Substitution Größen überhaupt zu erfinden. Die **Algebra** beschäftiget sich mit der Lehre von den Gleichungen und deren Auflösung; die **Rechnung des Unendlichen** findet aus der Vergleichung zwischen veränderlichen Größen die Vergleichung zwischen den Geschwindigkeiten, womit sie sich ändern (**Differenzialrechnung**), oder umgekehrt aus dieser Vergleichung jene (**Integralrechnung**). Alle diese großen Theile sind unter dem Nahmen der **höhern Rechenkunst** enthalten. Die Anwendung der höhern Rechenkunst zur Bestimmung krummer Linien wird in der **höhern Geometrie** gezeiget. Die mathematische Erfindungskunst mit ihren Zweigen und die höhere Geometrie rechnet man zur **höhern Mathematik** (mathesis sublimior, mathemata sublimiora).

Der

Der Gegenstand der angewandten Mathematik ist die Körperwelt sowohl im Kleinen als Großen. Es können daher in der angewandten Mathematik so viele Theile geben, als es Gegenstände gibt, welche einer Ausmessung unterworfen werden können. Gewöhnlich rechnet man hierher die Kräfte der Körper, das Licht und die himmlischen Körper. Dadurch zerfällt die angewandte Mathematik bey ihrem Vortrage in die drey Hauptabschnitte der **mechanischen, optischen und astronomischen Wissenschaften.** Ein jeder von diesen Hauptabschnitten begreift, wiederum verschiedene Theile. M. s. die Artikel, **Mechanik, Optik, Astronomie.**

Die **bürgerliche- und Kriegsbaukunst,** auch die **Schiffsbaukunst,** welche unter dem allgemeinen Nahmen der **architectonischen Wissenschaften** begriffen werden können, so wie die **Geschützkunst** oder **Artilleriewissenschaft** haben verschiedene mathematische Lehrer mit zur angewandten Mathematik gerechnet. Außer den Anwendungen der Geometrie und Rechenkunst, mit besondern Theorien aus den mechanischen Wissenschaften verbunden, erfordern sie aber in der Ausübung eine Menge anderer Kenntnisse, welche nicht mathematisch sind. Daher werden diese Wissenschaften von einigen als besondere Wissenschaften betrachtet, oder sie bringen selbige in einen neuen Haupttheil unter dem Nahmen der **vermischten Mathematik** zusammen. Die Mathematik wird auch sogar auf Dinge angewendet, welche nicht sinnlich sind. Sie gibt nämlich Anweisungen, wie Wahrscheinlichkeiten und Hoffnungen bey Spielen, Dauer des menschlichen Lebens bey Leibrenten, Tontinen, Wittwenkassen u. dergl. einer Berechnung zu unterwerfen sind. Hiervon können besonders die Abhandlungen des Herrn **von Florencourt** *) nachgelesen werden. Ueberhaupt gibt es wenig menschliche Verrichtungen, von welchen nicht ein Theil

*) Abhandlungen aus der juristischen und politischen Rechenkunst Altenb. 1781. 4.

Theil auf mathematischen Gründen beruhete. So macht sich oft ein Künstler oder Handwerker mathematische Regeln von seinen Beschäftigungen, welche ihn seine Aufmerksamkeit lehret, ob er gleich ihren Zusammenhang mit allgemeinern Gründen nicht einsieht. Auf solche Art erfindet sich fast jeder eine gewisse natürliche Mathematik zu seinem Gebrauch, welche aber nur in die engen Grenzen dieses seines Gebrauchs eingeschränket ist. Zur Uebersicht des Umfanges der mathematischen Wissenschaften ist besonders eine Schrift des Herrn **Büsch** *) zu empfehlen.

Da es in der lebendigen Natur vorzüglich auf Größe der Wirkung, mithin auch auf die der wirkenden Kräfte, und überhaupt zuletzt alles auf Bewegungen ankömmt, so ist es ganz leicht zu begreifen, daß ein Physiker die reine Mathematik ganz in seiner Gewalt haben müsse. Die Mathematik gibt selbst oft Gelegenheit, die nächste Ursache von dem Phänomene zu entdecken; allein sie muß nicht auf willkürliche Hypothesen angewendet werden, indem man sonst durch die erhaltenen Resultate verführet werden kann, die angenommene Hypothese für die wahre Ursache zu halten, ob sie gleich nichts weniger als solche ist. Beyspiele findet man an **Eulers** Aether, bey Erklärung des Gesetzes der Brechung des Lichtes in brechenden Materien u. s. f. M. s. **Brechung der Lichtstrahlen, Licht.** Die Anwendung der Mathematik wird alsdann erst recht fruchtbar; wenn sie stets durch die Erfahrung geleitet wird.

Die vornehmsten Theile der angewandten Mathematik sind in der That nichts weiter, als Theile der Physik. Sie werden nur ihres weiten Umfanges wegen als besondere Wissenschaften betrachtet, können aber nie ganz von der Naturlehre getrennt werden, wenn man in selbiger nicht bloß Naturgeschichte und Chemie vortragen will. Es ist freylich nicht nöthig, und wäre selbst zweckwidrig, in der Physik die Grundlehren der Mathematik vollständig abzuhandeln,

der

*) Mathematische Encyclopädie, neue ganz umgearbeitete Auflage. Hamburg 1794. 8.

der Physiker muß sie aber alle wissen, indem er sonst über die erhabensten Gegenstände der Natur kein richtiges Urtheil fällen kann. Obgleich die Grenzen, welche man bey einem zweckmäßigen Vortrage der Naturlehre zwischen ihr und der Mathematik zu ziehen hat, schwer zu bestimmen sind, so halte ich meines Erachtens dafür, lieber etwas mehr, als zu wenig Mathematik vorzutragen. Auf der andern Seite muß freylich dabey auch nicht der chemische Theil vernachlässiget werden, indem man hierdurch erst die innere Beschaffenheit der Körper kennen lernet, da der mathematische Theil nur das räumliche Verhältniß derselben, und die davon abhängenden Gesetze bestimmt. Schöne Bemerkungen hierüber findet man beym **Karsten**, ob er gleich in seiner Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur die Absonderung der Mathematik zu weit getrieben, und nach einem Plane gearbeitet hat, in welchem die Lücken zu sichtbar sind.

Die Mathematik hat unstreitig im allerersten Anfange, wie die Chemie, noch keine wissenschaftliche Form gehabt, sondern ist erst nach und nach in selbige gebracht worden. Aeußerliche Verhältnisse der Menschen unter einander, welche sich auf das Mein und Dein beziehen, mußten nothwendig Veranlassung geben, die nöthigsten praktischen mathematischen Erfindungen zu machen, welche nachher in allgemeine theoretische Sätze zusammengebracht wurden. Nach den Zeugnissen der Alten soll dieß zuerst bey den Aegyptern und Phöniciern geschehen seyn; diese erfanden nach **Strabo** die Rechenkunst, und jene nach dem **Herodot**, **Plato** und **Aristoteles** die Geometrie. Die Gelegenheit zu den geometrischen Erfindungen sucht man gewöhnlich in den jährlichen Ueberschwemmungen des Nils oder in einer Landabtheilung des Sesostris, welche **Herodot** erwähnet; allein **Aristoteles** leitet weit wahrscheinlicher den Ursprung der Theorie von den ägyptischen Priestern ab, welche sich bloß mit Betrachtung der Natur beschäftigten, und welche gewöhnlich für Zauberer gehalten wurden. Die Kenntnisse der Aegypter scheinen jedoch überhaupt nicht sehr groß gewesen

zu seyn, und die ungeheueren Unternehmungen des Pyramidenbaues, der Errichtung der Obelisken u. s. f., die gemeiniglich eine so große Meinung von den mathematischen Einsichten dieses Volks erregen, können leicht bey geringen praktischen Kenntnissen der Mathematik aus der Menge der Menschen, welche man damahls zum Bauen brauchte, erkläret werden. Erst in den Schulen Griechenlandes wurde die Theorie der Meßkunst gehörig entwickelt. Die platonische Schule machte sich hierin vorzüglich berühmt. **Plato** selbst war der Erfinder der geometrischen Analysis, und seine Schüler beschäftigten sich besonders mit den Kegelschnitten und andern krummen Linien, wodurch der Grund zur höhern Geometrie geleget wurde. Die Veranlassung zu diesen Erweiterungen gaben besonders die Probleme von Verdoppelung des Würfels und von der Theilung eines Winkels in drey gleiche Theile, mit dessen Auflösungen sich die meisten Geometer damahliger Zeit beschäftigten. Nächst der platonischen Schule haben auch die Gelehrten in der alexandrischen Schule die mathematischen Wissenschaften ungemein bereichert. **Euklides** besonders, welcher ungefähr 300 Jahr vor Christi Geburt lebte, brachte die bis zu seiner Zeit erfundenen Sätze der Geometrie in ein System, welches noch bis jetzt unter dem bekannten Nahmen euklidelsche Elemente als das Muster sowohl des geometrischen Vortrages, als auch der Strenge der Beweise betrachtet wird. Dieses sein System bestand aus dreyzehn Büchern, von welchen derjenige Theil der Geometrie, welcher sich auf Betrachtung gerader Linien und des Kreises gründet, Elementargeometrie genannt wird. Ein anderer Mathematiker aus der alexandrischen Schule, Nahmens **Hypsikles**, fügte in den spätern Zeiten diesen dreyzehn Büchern noch zwey Bücher hinzu, welche die regulären Körper abhandeln. Keiner unter den Alten hat aber wohl die Geometrie mit so wichtigen Entdeckungen bereichert, als **Archimedes** von Syrakus. Außer der Lehre von der Kreismessung untersuchte er in der höhern Geometrie die Eigenschaften der sogenann-

genannten Conoiden, erfand die Quadratur der Parabel, und diejenige krumme Linie, die von ihm den Nahmen archimedische Spirallinie erhalten hat, u. s. f. Hundert Jahre nach dem Euklid schrieb der berühmte **Apollonius** von Perga, ebenfalls in der Stiftung zu Alexandrien, sieben Bücher von den Kegelschnitten. Dieses Werk war dazumahl in der höhern Geometrie, was Euklides Elemente für die gemeine Messung waren. Nachher haben sich noch verschiedene in dem Museum zu Alexandrien, welches bis in das 7te Jahrhundert nach Christi Geburt blühete, und auch andere, in der Mathematik hervorgethan. Der Rhodier, **Geminus**, faßte ein Buch unter dem Titel, enarrationes geometricae, ab, worin er das Vornehmste anführte, was in der Geometrie entdecket war. **Diophantus** schrieb 13 Bücher über die Rechenkunst (quaestiones arithmeticae), welche sich größtentheils mit unbestimmten Aufgaben beschäftigten, und wovon noch 7 übrig sind. **Pappus** unternahm ebenfalls eine nützliche mathematische Sammlung unter dem Nahmen, collectiones mathematicae, und **Theon** commentirte den Euklides. Von der Trigonometrie finden sich Proben im Almagest des **Ptolemäus**, und **Theodosius**, der im ersten Jahrhunderte nach Christi Geburt lebte, handelte die Sphärik in drey Büchern ab. **Menelaus** beschäftigte sich ebenfalls mit der Trigonometrie, und er nebst **Philon** bereicherten die höhere Geometrie.

Bey den Römern, welche anfänglich mit Führung der Kriege beschäftiget waren, hatte man keine große Achtung für die mathematischen Wissenschaften, woran auch besonders die Verachtung gegen die Griechen und ihre Wissenschaften Schuld war, obgleich die Römer denselben ihre Gesetze zu verdanken hatten.

In dem mittleren Zeitalter erhielten sich die mathematischen Wissenschaften bey den Arabern oder Saracenen, welchen wir diese Kenntnisse und verschiedene Erweiterungen derselben zu verdanken haben. Die Werke des Euklides, Archimedes, Apollonius u. s. f. wurden von ihnen in ihre

Sprache übersetzet, und commentirt. In der Arithmetik führten sie die von den Indianern angenommene Bezeichnung mit zehn Ziffern ein, und brachten die Trigonometrie in bessere Ordnung. Auch wird den Arabern, nach dem Zeugnisse des Italiäners, **Lucas Pacciolo** oder **Lucas a Burgo**, die Erfindung der Algebra zugeeignet.

Im 15 und 16ten Jahrhunderte fing der Geschmack für die mathematischen Wissenschaften in den occidentalischen Ländern aufzuleben an. In dem Jahre 1494 gab der eben angeführte **Lucas a Burgo** die Algebra heraus, welche sich aber nicht weiter als bis zu den Gleichungen des ersten und zweyten Grades erstrecket. Erweiterungen behielt die Algebra durch **Scipio Ferrei**, **Tartaglia** oder **Tartalea**, **Cardanus**, **Bombelli**, und besonders von dem Franzosen **Franciscus Vieta**. **Purbach** und sein Gehülfe **Regiomontanus** und **Rhäticus** brachten die Trigonometrie zu einer größern Vollkommenheit. Ueberhaupt fing man nunmehr an, Geschmack an den alten griechischen mathematischen Schriften zu finden, welche theils übersetzt, theils neu herausgegeben wurden. Zu dieser Zeit erfand auch der Portugiese **Nonius** oder **Nunnez** die bekannte bequeme Abtheilung der Grade des Winkelmessers in Minuten und Sekunden, welche von ihm den Nahmen **Nonius** führet.

Im Anfange des 17ten Jahrhunderts beschäftigten sich die Mathematiker vorzüglich mit der Trigonometrie und mit der Ausmessung des Kreises. Vorzüglich legten sich hierauf **Adrian Metius**, **Adrian Romanus**, **Ludolph von Ceulen**, **Johann Werner**, **Rhäticus**, **Byrge**, **Neper** (welcher gewöhnlich als der Erfinder der Logarithmen angegeben wird), **Briggs**, **Vlacq**, **Snellius**, und andere. **Kepler** und besonders nach diesem **Cavalieri** führten eine neue Geometrie ein (geometria indiuisibilium), durch deren Hülfe man zu weit höhern Untersuchungen hinauf steigen konnte, als es die Alten zu unternehmen im Stande waren. Der Engländer **Harriot** er-

leichterte

leichterte die Algebra, indem er die kleinen Buchstaben statt der großen zu gebrauchen anfing. Diese bequeme Schreibart wandte **Cartesius** sehr glücklich auf die Geometrie an, und gab dadurch der Theorie der krummen Linien eine ganz neue Gestalt. **Fermat**, **Roberval**, **Pascal**, **Hudde**, **Barrow** und **Gregory** haben die Arithmetik und Geometrie mit einer Menge neuer Methoden und Entdeckungen bereichert. **Newton** und **Leibnitz** entdeckten endlich zu gleicher Zeit die Rechnung des Unendlichen, durch welche die schwersten Probleme auf eine sehr leichte Weise aufgelöset werden konnten. Der Physiker muß hierin nothwendig eine Fertigkeit erlanget haben, wenn er sich von den erhabensten Gesetzen der bewundernswürdigen Bewegungen der Himmelskörper und überhaupt von vielen andern Gegenständen der Natur aufs vollkommenste überzeugen will. Dieser Theil der höhern Mathematik und besonders die Integralrechnung ist seitdem durch die Gebrüder **Bernoulli**, **Euler**, **Marquis d l'Hopital** u. and. ungemein erweitert, und auf viele Gegenstände der Natur mit großem Nutzen angewendet worden. Die Rechnung des Unendlichen führte endlich in den neuern Zeiten zu der wichtigen Erfindung der Variazionsrechnung, welche zuerst vom Herrn **de la Grange** in ein ordentliches System ist gebracht worden.

In den neuern Zeiten ist man vorzüglich bemüht gewesen, die mathematischen Wissenschaften durch Abfassung guter Lehrbücher ausgebreiteter und gemeinnütziger zu machen. In Deutschland besonders war **Johann Christoph Sturm** [α]) der erste, welcher die Bahn brach; nächst dem erwarb sich der Freyherr **von Wolf** [β]) ein besonderes Verdienst durch seine außerordentliche Deutlichkeit und Ordnung seines Vortrages, den Geschmack an Mathematik weit allgemeiner zu machen. Seine Lehrbücher sind an ein halbes Jahrhundert hindurch, ungeachtet der Mängel,

α) Mathesis enucleata. Norimb. 1695. 8.

β) Anfangsgründe aller mathematischen Wissenschaften. Halle 1710. IV. Theile 8.

welche sie in Ansehung der Unvollständigkeit und der Schärfe der Beweise hatten, mit großem Nutzen gebrauchet worden. Diesen Mängeln wurde zuerst durch den verdienten **Hausen** [α]) zu Leipzig abgeholfen, welchem die Herrn von **Segner** [β]), **Kästner** [γ]) **Karsten** [δ]), **Lorenz** [ε]) und **Schulze** [ζ]) nachfolgten.

Die Geschichte der Mathematik hat sehr schön Herr **Montücla** [η]) erzählet, sie geht aber nur bis zu Ende des 17ten Jahrhunderts. Aus diesem Werke hat Herr **Scheibel** [θ]) einen Auszug gemacht, und Nachrichten von mehreren Geschichtschreibern der mathematischen Wissenschaften gegeben. Auch hat Herr **Kästner** [ι]) die Geschichte der Mathematik seit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis zu Ende des 18ten Jahrhunderts abgehandelt. Schriftsteller der Mathematik lernt man kennen beym **Wolf** [κ]) mit Urtheilen begleitet; noch vollständiger in **Scheibels** Einlei-

α) Elementa matheseos. Lipf. 1734. 4.

β) Elementa arithmeticae et geometriae. Halae 1756. 8.

γ) Anfangsg. der Arithm., Geomet., Trigon. und Perspekt. 4te Aufl. Göttingen 1786. Anfangsgründe der angewandten Mathematik 4te Aufl. Göttingen 1792. 8. Anfangsgründe der Analysis endlicher Größen. 3te Aufl. Göttingen 1794. Anfangsgründe der Analysis des Unendlichen. 3te Aufl. Göttingen 1799. 8. Anfangsgründe der höhern Mechanik. 2te Aufl. Göttingen 1793. 8. Anfangsgründe der Hydrodynamik. 2te Aufl. Göttingen 1797. 8. Fortsetzung der Rechenkunst als des Iten Theils 2ter Abschnitt Gött. 1786. 8. Geometrische Abhandlungen I und IIte Sammlung als des Iten Theils 3te und 4te Abtheil. Gött. 1790. 1791. 8.

δ) Praelectiones matheseos theoreticae elementaris atque sublimioris. Rostoch. et Gryphisw. 1760. 8. Lehrbegriff der gesammten Mathematik in 8 Theilen von 1767 — 1777. 8. Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften in 3 Theilen. Greifsw. 1778 — 178?. Auszug der mathematischen Wissenschaften in 2 Theilen. Greifsw. 1785. 8.

ε) Die Elemente der Mathematik Th. I. neue ganz umg. Ausg. Leipz. 1793. II. Th. 1te Abtheil. Leip. 1794.

ζ) Anfangsgründe der reinen Mathematik. Königsb. 1790.

η) Histoire des mathematiques p. M. *Montucla* à Paris 1758. II. Tom. 4 maj.

θ) Einleitung zur mathematischen Bücherkenntniß. Breslau 1769. 8. im 1, 2, und 4. Stück.

ι) 1ter und 2ter Band. Götting. 1796. 1797. 8.

κ) Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathematischen Schriften, im 4ten Theile der Anfangsgründe der mathem. Wissenschaften.

Einleitung zur mathematischen Bücherkenntniß, welche bis jetzt nur noch auf das 18te Stück gehet.

Mechanik (mechanica, méchanique) heißt im ganz allgemeinen Verstande die Lehre von der Bewegung der Körper, und den Kräften, welche als Ursachen der Bewegungen betrachtet werden. Dieser Hauptthei der Naturlehre erfordert mannigfaltige Anwendungen der Mathematik, und begreift verschiedene einzelne Wissenschaften in sich, welche alle unter dem gemeinschaftlichen Nahmen der **mechanischen Wissenschaften** in der Mathematik abgehandelt werden.

Die Kräfte, welche auf Körper wirken, betrachtet man entweder im Zustande des Gleichgewichtes, oder im Zustande der wirklichen Bewegung; in beyden Fällen sind die Körper, auf welche die Kräfte wirken, entweder feste, oder tropfbarflüssige, oder elastisch flüssige Körper. Die Wissenschaft von den Gesetzen des Gleichgewichtes solcher Kräfte, die auf feste Körper wirken, heißt die **Statik**; die Wissenschaft von den Gesetzen des Gleichgewichtes tropfbar flüssiger Körper unter sich und mit festen Körpern, die **Hydrostatik**; und die Wissenschaft von den Gesetzen des Gleichgewichtes solcher Kräfte, die auf elastisch flüssige Materien wirken, die **Aerostatik** oder **Aerometrie**. Bey der wirklichen Bewegung der Körper wird entweder bloß die Elementarmathematik, oder die höhere Mathematik angewendet. Im erstern Falle heißt die Lehre von der Bewegung bey festen Körpern die **Mechanik** im eingeschränktern Sinne, oder **gemeine Mechanik**, bey tropfbar flüssigen, die **Hydraulik**, und bey elastisch flüssigen, die **Pnevmatik**; im andern Falle hingegen wird die Lehre von der Bewegung bey festen Körpern **höhere Mechanik** oder **Dynamik**, und bey tropfbar flüssigen die **Hydrodynamik** genannt; höhere Untersuchungen über die elastisch flüssigen Körper werden gewöhnlich zugleich mit in der Pnevmatik angestellet. Einige Lehrer der Mathematik theilen die höhere Mechanik in die **Phoronomie** und **Dynamik** ab, und rechnen zu jener ganz allein das, was die Be-

wegung angehet, und zu dieser, was bloß eine Beziehung auf die Kräfte hat. Umständlichere Nachrichten von allen diesen Theilen der mechanischen Wissenschaften geben die Artikel, **Aerometrie, Aerostatik, Dynamik, Hydraulik, Hydrodynamik, Hydrostatik, Pnevmatik, Phoronomie, Statik.**

Praktische Kenntnisse der Mechanik findet man in dem höchsten Alterthum. Es ist auch sehr leicht zu begreifen, daß schon die ersten Menschen bey ihren gewöhnlichen Geschäften oft Verstärkung ihrer Kräfte werden nöthig gehabt haben, und daß sie, um diese Absicht zu erreichen, sehr leicht den Hebel und andere einfache Werkzeuge, welche die Natur gleichsam darbietet, entdecken konnten. Diese wenigen Werkzeuge waren auch schon hinreichend, Dinge von Erstaunen zu bewerkstelligen, besonders wenn die Kräfte einer großen Menge Menschen gleichsam dabey verschwendet werden konnten, ohne eben tiefe Einsichten in den theoretischen Lehren der Mechanik zu besitzen. Man sieht daraus sehr leicht ein, daß die Aegyptier ohne große mathematische Kenntnisse den Bau ihrer ungeheueren Pyramiden und die Errichtung so großer Obelisken, und andere Nationen des Alterthumes die Gebäude zu Stande bringen konnten, deren Ruinen uns noch in Erstaunen setzen.

Die Theorie der Mechanik wurde zuerst von den Griechen entwickelt. Die mechanischen Fragen, welche **Aristoteles** in seiner Schrift de caelo aufgeworfen hat, sind zwar von keinem großen Belang; in andern Schriften aber führet er doch schon an, daß die Wirkungen von zweyen Kräften gleich sind, wenn sie sich umgekehrt, wie ihre Geschwindigkeiten verhalten. Erst 100 Jahre nach dem **Aristoteles** hat **Archimedes** *) etwas Gründliches über die Mechanik geliefert. Er ist der Erfinder des bekannten Gesetzes vom Gleichgewichte des Hebels, und gebrauchte hierbey die Idee vom Schwerpunkte, von der er der erste Urheber zu seyn scheinet. Auch lehrete er den Schwerpunkt vieler Figuren, besonders

*) Ισορροπικῶν βιβλ. β. s. de aequiponderantibus libri II.

besonders der Parabel zu finden. Unter den praktischen Erfindungen, welche er nach den Zeugnisse der Alten gemacht haben soll, gehören die Schraube ohne Ende, und die Zusammensetzung mehrerer Rollen in Flaschen oder den sogenannten Flaschenzug. Nach dem Berichte des **Athenäus** ließ er seinem Freunde, dem König **Hiero** ein Schiff ganz allein in Bewegung setzen, und äußerte dabey den kühnen Gedanken, die Erde fortzubewegen, wenn ihm außerhalb derselben ein Standort gegeben wäre. Er soll seine Vaterstadt durch Erfindungen von Kriegswerkzeugen gegen die Belagerung der Römer glücklich vertheidiget haben, bis es endlich ohne seine Schuld dem **Marcellus** gelang, diese Stadt zu erobern, wobey er durch einen römischen Soldaten ums Leben kam. Unter den Gelehrten im Musäum zu Alexandrien haben sich besonders **Ctesibius** und **Heron** in der Mechanik hervorgethan. Der letztere suchte alle Arten von den einfachen Werkzeugen auf die Theorie des Hebels zurückzubringen, machte daraus Zusammensetzungen zum praktischen Gebrauche, und erfand eine Maschine mit bezahnten Rädern, um große Lasten damit fortzuschaffen. Auch hat man außer andern Schriften von ihm noch ein Werk von Verfertigung der Wurfspieße [α]). Von Erfindung der Kriegsmaschinen haben sich nachher noch **Isidorus** von Milet, **Anthemius** und der jüngere **Heron** berühmt gemacht. In den sogenannten finstern Zeiten hat die Mechanik weiter gar keine Fortschritte gemacht; weder im Occident noch bey den Arabern finden sich Spuren mechanischer Kenntnisse, außer einigen Erzählungen von künstlichen Automaten, welche **Roger Baco** und **Albert Grot** verfertiget haben sollen. Erst im 16ten Jahrhunderte fing der Geschmack für die Mechanik sehr langsam wieder aufzuleben an. Die Statik wurde von **Guido Ubaldi, Marchese del Monte** [β]) abgehandelt, und ganz auf das Gesetz des

α) Βελοποιηκα s. telofactiua graec. et lat. ex interpr. *Bern. Baldi* Aug. Vind. 1616.

β) Mechanicorum libri VI. 1577.

des Hebels gebracht. Auch **Tartalea** untersuchte zuerst die Bewegung geworfener Kugeln. **Stevin** [α]) suchte den archimedischen Beweis vom Gleichgewichte der Kräfte einfacher und leichter zu machen, und entdeckte, wiewohl durch Umwege, das Gesetz des Gleichgewichtes auf der schiefen Ebene, und leitete aus dieser seiner Theorie das Gleichgewichte von dreyen Kräften her, welche auf einen Punkt wirken; er beweiset nämlich, daß dieß Gleichgewicht Statt findet, wenn die drey Kräfte mit den drey Seiten irgend eines Dreyecks parallel und proportioniret sind. M. s. **Gleichgewicht.**

Eine ungemein große Erweiterung erhielt die Mechanik durch die Entdeckung der Gesetze des freyen Falles der Körper. Von dieser Zeit an wurde der erste Grund zur höhern Mechanik geleget. Der Erfinder von den Gesetzen des freyen Falles, **Galilei**, selbst entwickelte schon einige Lehren derselben, z. B. von der parabolischen Bahn geworfener Körper, von der Bewegung der Pendel, vom Widerstande fester Körper u. s. f. Auch rühret von ihm der Satz her, daß einerley Kraft beständig einerley Zeit gebrauchet, um eine gegebene Last durch einen gegebenen Raum zu bringen, und daß folglich bey allen Maschinen eben so viel Zeit oder Raum verloren gehet, als an Kraft gewonnen wird. Alle diese Entdeckungen, welche er bereits zu Ende des 16ten Jahrhunderts gemacht hatte, sind in seinen mechanischen Abhandlungen enthalten [β]). In der ersten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts wurde endlich das Gebäude der Mechanik durch **Torricelli, Borelli, Baliani, Roberval** und **Cartesius** aufgerichtet, und der P. **Mersenne** gab Veranlassung durch vorgelegte Fragen und Aufgaben zu einer Menge hierher gehöriger Untersuchungen, welche man in seiner harmonia vniuersali, und in seiner Abhandlung

α) Beghinselen der Weghkonst. Amst. 1596. 4.

β) Discorsi e dimonstrazione matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Mecanica ed i mouvementi locali. Leid. 1638. 4.

lung de mechanica findet. **Cartesius** α) führte in der Mechanik den Grundsatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der bewegten Masse in ihre Geschwindigkeit gleich sey, und erkannte, daß bey allen krummlinigen Bewegungen beständig eine äußere Ursache die Ablenkung von der geradlinigen Bewegung bewirke. **Wallis**, **Wrenn** und **Huygens** entdeckten die Gesetze des Stoßes und **Wallis** β) machte eine vollständige Sammlung von den bis auf seine Zeit gemachten Erfindungen. Noch größere Fortschritte machte die Mechanik durch **Huygens**. Dieser war der erste, welcher das Pendel gebrauchte, um den Gang der Uhren gleichförmig zu machen, entdeckte die merkwürdige Eigenschaft, welche hierbey der Radlinie zukömmt; berichtigte und erweiterte die Theorie vom Mittelpunkte des Schunges und des Stoßes, und war der Erfinder von den Gesetzen der Schwungkraft im Kreise. M. s. **Centralkräfte**. Endlich gab **Newton** durch seine Entdeckung dem Gebäude der höhern Mechanik die Vollendung, welches er in seinen Princip. aufgeführet, und der Mechanik der Himmelskörper oder der physischen Astronomie zum Grunde geleget hat. Er blieb nicht, wie **Huygens**, bey der Centralbewegung im Kreise stehen, sondern zeigte auf eine ganz allgemeine Art die Gesetze der krummlinigen Bewegungen, und entwarf zuerst eine vollständige Theorie der Bewegungen in widerstehenden Mitteln. Er war auch der erste, welcher die höhere Mechanik von der gemeinen unterschied, und seit dieser Zeit ist auch der Unterschied beständig mit Sorgfalt beybehalten worden. Durch die Rechnung des Unendlichen wurde überhaupt die höhere Mechanik durch **Leibniz**, **Jakob** und **Johann Bernoulli**, **de l'Hopital**, **Saurin** u. a. ungemein erweitert. Die Lehren der höhern Mechanik werden von **Hermann** γ) synthetisch,

α) Tract. de mechanica, ed. in opusc. posth. Amst. 1701. 4.

β) Mechanica s. de motu tractat. geomet. Oxon. 1669. fol. et in opp. Vol. I.

γ) Phoronomia s. de viribus et motibus solidorum et fluidorum libri II. Oxon. 1669. fol. et in opp. Vol. I.

tisch, von **Euler** [α]) hingegen analytisch vorgetragen. **D'Alembert** [β]) stellt eine scharfe Prüfung der Gründe an, worauf das ganze Gebäude der Mechanik beruhet, und bemühet sich dieselben mehr aufzuklären und strenger zu erweisen. Auch **Lambert** [γ]) hat einen ähnlichen Versuch gemacht. Kürzere Einleitungen der höhern Mechanik haben besonders die Herrn **Kästner** [δ]) und **Karsten** [ε]), letzterer vorzüglich mit gemeinnützigen Anwendungen derselben auf das Maschinenwesen gegeben. In der größten Allgemeinheit hat die höhere Mechanik in den neuern Zeiten Herr **de la Grange** [ζ]) aus einer einzigen Grundformel ohne alle Figuren analytisch abgeleitet.

Seit der Bearbeitung der höhern Mechanik hat auch die Maschinenlehre eine ganz andere Gestalt, als vormahls, bekommen. In England haben sich besonders mit der praktischen Mechanik abgegeben **D. Hook** und **Desaguliers** und in Frankreich **Huygens**, **Hautefeuille**, **Varignon**, **de la Hire**, **Amontons**, **Parent** und andere. **Hook** und **Hautefeuille** gebrauchten zuerst die Spiralfeder bey den Uhren, und **Römer** die epicycloidalischen Zähne am Räderwerke. **Varignon** [η]) brachte die Statik auf Stevins Grundsatz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte, und zeigte zuerst den Gebrauch von der Zusammensetzung der Bewegung in Rücksicht auf das Gleichgewicht der Maschinen. **De la Hire** [ϑ]) versuchte einen neuen Beweis vom Gesetze des Gleichgewichtes des Hebels, welcher demjenigen ähnlich ist, auf welchen Herr **Kästner** durch eigenes Nachdenken

α) Mechanica s. motus scientia analytice pertractata. Petrop. 1736. II. Tomi 4. et theoria motus corporum solidorum s. rigidorum. Rost. et Gryph. 1765. 4.

β) Traité du dynamique. à Paris 1743. 4.

γ) Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichtes und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik. II. Theil. Berlin 1770. 8. Num. 11.

δ) Anfangsgründe der höhern Mechanik 2te Aufl. Götting. 1792. 8.

ε) Lehrbegriff der gesammten Mathematik, im 3ten und 4ten Theile.

ζ) Mechanique analytique. à Paris 1788. 8.

η) Nouvelle mechanique ou statique. à Paris 1725. 4.

ϑ) Traité de mechanique. à Paris 1695. 4.

denken kann. M. s. Hebel. Die Lehre vom Reiben und von der Steife der Seile haben **Amontons**, **Parent**, **Musschenbroek** und **Desaguliers** zuerst aus einander zu setzen gesuchet, und **Camus** α) entwarf die Anfangsgründe der Maschinenlehre.

In den Lehrbüchern der angewandten Mathematik findet man Einleitungen in die Statik und Maschinenlehre, besonders in den kästnerischen. Noch ausführlicher tragen die Lehre vom Maschinenwesen die Herrn **Karsten** in seinem Lehrbegriffe und auch Anfangsgründen der mathematischen Wissenschaften, **Mönnich** β) und besonders **Prony** in dem unter dem Artikel, **Hydrodynamik**, angeführten Werke vor. Einen leichten und faßlichen Unterricht von der Maschinenlehre gibt auch Herr **Büsch** γ). Ein Verzeichniß der vornehmsten mechanischen Schriften bis auf seine Zeit liefert **Wolf** δ).

Mechanismus (mechanismus, mechanisme) heißt im weitläuftigsten Verstande die Art und Weise, wie durch Anwendungen wirkender Kräfte Wirkungen bey Körpern hervorgebracht werden. So redet man vom Mechanismus des Stehens, Gehens, der Himmelskörper u. s. f. Im eingeschränktern Verstande begreift man unter dem Worte **Mechanismus** die innere Einrichtung einer Maschine, vermittelst welcher die an selbiger angebrachte Kraft Wirkungen in derselben hervorbringt. So spricht man von dem Mechanismus einer Wasserkunst, einer Mühle, Uhr u. s. f.

Meer (mare, mer) ist die große Sammlung von Wasser, welches die tiefsten, größten und weit ausgebreitesten Thäler auf der Erdoberfläche ausfüllt. Das Meer nimmt

α) Traité des forces mouvantes. à Paris 1722. 8.

β) Anleitung zur Anwendung und Berechnung der gebräuchlichsten Maschinen 1te Abtheil. Augs. 1779. 8.

γ) Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens Th. I. 1ter und 2ter Band, praktische Mechanik. 4te Auflage. Hamburg 1798. 8.

δ) Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathematischen Schriften. Cap. 8. im 4ten Theile seiner Anfangsgr. der mathem. Wissensch.

nimmt über zwey Drittheile der Erdfläche ein, und eben, weil es am niedrigsten liegt, ergießen sich alle auf dem festen Lande befindlichen Flüsse in selbiges. Die tiefsten Thäler bilden rings um die festen Länder ein großes zusammenhängendes Bassin, worin sich das **Weltmeer**, der **Ocean**, die **offene See** (oceanus, ocean) befindet. Die Theile, welche sich tief zwischen dem festen Lande hinein erstrecken, nennt man **Meerbusen, Golfen** (sinus). Gemeinschaftlich sind diese mit dem Ocean durch **Meerengen, Straßen** (freta, detroits) verbunden. Große Sammlungen von Wasser mitten im Lande werden **Landseen** genannt. M. s. **Seen**.

Das Weltmeer oder den Ocean theilt man gemeiniglich in vier große Abtheilungen ein. Das **Eismer** oder **Nordmeer** (oceanus septemtrionalis s. glacialis) umgibt die Gegenden des Nordpols; das **atlantische** oder **westliche Meer** (oceanus atlanticus) befindet sich zwischen den westlichen Küsten der alten und den östlichen der neuen Welt, und wird nordwärts auch die **Nordsee**, und südwärts das **äthiopische Meer** genannt; das **stille Meer** oder die **Südsee** (oceanus australis, mare pacificum) liegt zwischen den westlichen Küsten von Amerika und den östlichen von Asien; das **indische Meer** (oceanus indicus) erstreckt sich von den südlichen Küsten Asiens gegen den Südpol.

Die Oberfläche der Meere ist im gewöhnlichen Zustande horizontal, und es scheinet daher, daß alle Meere, welche mit einander zusammenhängen, gleich hoch stehen müßten. Die Erfahrung lehret aber hiervon das Gegentheil. Der ganze Ocean zwischen den Wendekreisen ist beständig etwas niedriger, als in den kältern Gegenden gegen die Pole zu, daher hat er auch beständig auf seiner Oberfläche eine Bewegung von den Polen gegen die Linie. Jedoch ist diese Bewegung so schwach, daß sie fast nur an den bloßen Eismassen bemerket wird, welche beständig von den kältern Gegenden gegen die wärmern treiben, und daselbst zerschmelzen. Ohne Zweifel liegt der Grund des niedrigen Standes des

Weltmeeres zwischen den Wendekreisen in der stärkern und schnellern Ausdünstung wegen der daselbst befindlichen großen Hitze.

Es gibt auf der Erdfläche sehr merkwürdige und große Meerbusen, unter welchen der größte das **mittelländische Meer** (mare mediterraneum) ist, das sich zwischen Europa, Afrika und Asien über 50 Grad weit ins Land erstrecket, und bloß durch die Meerenge bey Gibraltar mit dem atlantischen Meere zusammenhänget. Wegen seiner ansehnlichen Größe wird es wiederum in verschiedene Theile abgetheilet, wovon der Theil zwischen Griechenland und Asien der **Archipelagus** oder das **ägeische Meer**, der zur Linken von Griechenland das **jonische Meer**, der zwischen Italien und Ungern das **adriatische Meer** (Golfo di Venetia, mare adriaticum), der zur Linken von Italien das **toskanische Meer** (mare tyrrhenum, thuscum), der unter Oberitalien das **ligustische Meer** (mare ligusticum), der zwischen Europa und Asien das **schwarze Meer** (mare nigrum), und der unter dem schwarzen Meere das **Meer di Marmora** (propontis) heißt. Das schwarze Meer ist mit dem Mare di Marmora durch den **thracischen Bosphorus**, und dieses durch den **Hellespont** mit dem mittelländischen Meere verbunden. Bey dem mittelländischen Meere ist vorzüglich dieß merkwürdig, daß man an selbigem kein Anwachsen des Wassers wahrnimmt, ungeachtet sich darein eine sehr große Menge Wassers ergießet, ohne daß es irgend einen Abfluß ins Weltmeer hätte. Es haben daher verschiedene Naturforscher mancherley Ursachen angegeben, wo das Wasser hinkomme. **Kircher** [α]) glaubt, es fließe durch unterirdische Gänge, besonders unter der Landenge zwischen Afrika und Asien ab; dahingegen **Halley** [β]) und **Büffon** [γ]) dieser Meinung

α) Mund. subterran. Tom. I.
β) Miscell. curiosa Tom. I.
γ) Histoire naturelle Tom. I. p. 399.

Meinung sind, daß durch die Ausdünstung eben so viel Wasser weggehe, als zufließe, und daher das Wasser unmöglich höher anwachsen könne. Allein alle diese Schriftsteller setzen bey ihrer Berechnung die einströmende Menge des Wassers viel zu gering an. Nach einem Ueberschlage des Herrn **Bergmann** wird allein durch die Meerenge bey Gibraltar so viel Wasser eingeführet, daß dadurch die Oberfläche des mittelländischen Meeres in einem Jahre gegen 22 Fuß höher steigen müßte, und bloß der Nil würde noch 4 Fuß Höhe hinzusetzen. Die Verdünstung aber kann die Oberfläche des ausdünstenden Wassers jährlich etwa nur auf 30 Zolle niedriger bringen, welche jedoch durch den herabfallenden Regen u. s. w. beynahe um eben so viel wieder erhöhet werden. Es ist folglich die Ausdünstung bey weitem nicht hinreichend, um diese Erscheinung zu erklären. Viel wahrscheinlicher ist es, daß sich in der Tiefe des Meeres ein ausführender Strom befindet. Es ist auch den Gesetzen der Hydraulik gar nicht entgegen, wie **Büffon** geglaubet hat, einen ausführenden Strom in der Tiefe des Meeres unter dem einführenden anzunehmen. Der Graf **Marsigli** [α]) hat in der Straße bey Constantinopel wirklich dergleichen entgegengesetzte Ströme gefunden, und nach den Beobachtungen der englischen Schiffer gibt es dergleichen auch im Sunde. Im Jahre 1712 wurde in der Mitte der Meerenge bey Gibraltar ein holländisches Schiff in Grund geschossen; einige Tage darauf fand man fast eine Meile westwärts Tonnen davon, welche zu Boden gesunken und dem untern Strome gefolget waren [β]).

Ein anderer großer Meerbusen ist das **baltische Meer** oder die **Ostsee** zwischen den Küsten von Deutschland, Preußen, Liefland und Schweden. Dieses Meer wird durch die drey Meerengen, den **Sund**, und den **großen** und

α) Histoire phys. de la mer. Amst. 1725. fol.

β) Untersuchung der Ursache, warum das Wasser im atlantischen Meere allezeit in das mittelländische Meer durch die Enge bey Giberaltar hineinströmet, von Hr. Waiz; in den schwed. Abhandl. von 1755. der deutsch. Uebersetz. S. 28 u. f.

und kleinen Belt vereiniget, aus welchen es einen beständigen Zufluß von Wasser erhält. Noch andere Meerbusen, als z. B. den arabischen, den persischen Meerbusen u. s. f. findet man in geographischen Handbüchern.

Der Boden des Meeres ist mit dem Boden des festen Landes darin ähnlich, daß er wie dieser aus Thälern, Hügeln, Felsen und Bergen bestehet. Auch hat **Donati** *) auf dem Meeresgrunde Schichten von verschiedenen Materien gefunden, so wie auf dem festen Lande, von Erdarten, Sand, mit Kies und Conchylien vermischt u. s. f. Darum erhält der Satz eine größere Wahrscheinlichkeit, daß das feste Land ehedem Meeresgrund gewesen sey. M. s. **Erdkugel.** Auch gibt es auf dem Boden des Meeres Quellen.

Was die Tiefe des Meeres betrifft, so ist diese verschieden. Herr **Buache** hat in dieser Absicht den Kanal zwischen England und Frankreich untersuchet, und so gefunden, daß die Tiefe desselben, Calais gegen über, 20 Toisen oder 120 Fuß beträgt; sie nimmt aber um so mehr zu, je mehr man sich von der Seite des Aequators entfernet; dem Fürstenthume Wallis und der französischen Küste gegen über beträgt sie ungefähr 100 Toisen. Auf dem hohen Meere ist die Tiefe noch viel beträchtlicher, und oft kann man durch das Senkbley gar keinen Grund finden, weil entweder das Meer wirklich außerordentlich tief ist, oder weil das Senkbley durch untere Ströme fortgerissen wird. Es läßt sich daher die Tiefe des Meeres nicht ganz bestimmt angeben. Der Weltumsegler **Forster** fand um den Aequator mit 250 Klaftern noch keinen Grund. Er meldet, daß dergleichen Messungen große Umstände erfordern, weil dabey das Schiff in den Wind geleget, und die halbe Mannschaft auf das Verdeck commandiret werden müßte, welches die Schiffskapitaine nicht leicht zugeben.

*) Della storia naturale marina dell' Adriatico. Venez. 1750. 4. Vitaliano Donati Auszug der Naturgesch. des adriat. Meeres. Halle 1753. gr. 4.

Dampier α) bemerket, daß das Meer gemeiniglich längs den Küsten um so viel tiefer ist, je höher die Küsten sind, und daß man an flachen niedrigen Küsten die geringste Tiefe finde, daher auch diese die bequemsten Ankerplätze gewährten. Daraus zieht Büffon β) die allgemeine Regel, daß die Ungleichheiten des Meeresgrundes mit den auf den angrenzenden Küsten übereinkommen. Hiernach müßte also der Ocean gegen den Chimboraço in Südamerika am tiefsten, gegen die östliche Seite Asiens seichter, und gegen die Pyrenäen tiefer seyn. Forster führet aber an, daß von dieser Regel im Südmeere sehr häufige Ausnahmen Statt finden. Die mittlere Tiefe der Meere wird gemeiniglich auf 200 bis 250 Toisen geschätzt.

Das Meerwasser ist im Geschmack nicht süß, wie das Flußwasser, sondern salzig, bitter, ekelhaft und zum Trinken ganz untauglich. Es ist daher auch specifisch schwerer als Flußwasser. Ein pariser Cubikfuß Meerwasser wiegt ungefähr 72 pariser Pfund. Jedoch ist das Meerwasser nicht allenthalben gleich salzig. An den Mündungen großer einfallender Ströme ist es oft so wenig gesalzen, daß es fast süß und trinkbar ist; im Gegentheil ist es gegen die Linie zu viel salziger als nach den Polen hin; auch in der Tiefe pflegt es mehr Salz zu enthalten, als auf der Oberfläche. Ohne Zweifel liegt die Ursache, weßhalb es in dem heißen Erdstriche salziger als in dem gemäßigten ist, in einer weit stärkern Ausdünstung. Ueber den Salzgehalt des Meeres hat Bergmann viele Versuche gesammelt, welche jedoch sehr von einander abweichen. Ueberhaupt aber hat man noch keine ganz genauen Versuche über den Salzgehalt in dem Wasser verschiedener Meere. Ingenhouß γ) gibt das Verhältniß des Salzes zum Wasser auf folgende Art an: im baltischen Meere befinden sich in einem Pfunde Wasser ungefähr 2 Drachmen Salz, das Wasser des Mee-

res

α) Voyage autour du monde Tom. II. p. 119. sqq.
β) Histoire naturel. Tom. II. p. 199. edit in 12.
γ) Expériences sur les végétaux. p. 284.

res zwischen Großbritannien und den vereinigten Staaten enthält in einer gleich großen Menge ungefähr $\frac{1}{2}$ Unze. Das Wasser des spanischen Meeres etwa 1 Unze und das Wasser des Meeres zwischen den Wendekreisen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Unzen. Ob nun gleich das Meerwasser gemeiniglich weit weniger Salz, als die Salzsolen, die man zum Salzsieden gebrauchet, enthält, so pflegen doch vorzüglich die Bewohner der wärmern Seeküsten aus dem Meerwasser durch Kunst Salz zu verfertigen, von dessen Bereitung **Gaubius** [α]) und **Bergmann** [β]) handeln. Es werden nämlich an den Ufern flache und große Behälter angeleget, diese in den heißesten Tage einige Zolle hoch mit Meerwasser angefüllet, und an der Sonne ausgetrocknet. Dadurch erhält man ein trockenes Salz auf dem Boden, welches aber noch mit den übrigen fremdartigen Theilen des Meeres verunreiniget ist. Um es alsdann rein zu gewinnen, wird es in reinem Wasser aufgelöset, und diese Auflösung gekocht, wodurch ein ganz reines weißes Salz erhalten wird, welches man das **gereinigte Meer- oder Boysalz** nennet, und von jedem andern reinen Kochsalze ganz und gar nicht verschieden ist.

Den Grund von der Bitterkeit des Meerwassers suchte man sonst in einem beygemischten Erdharze oder Bergfette, welches **Marsigli** von den im Grunde befindlichen Steinkohlen herleitete, und sogar den Geschmack des Seewassers durch $46\frac{1}{2}$ Loth Wasser, $1\frac{1}{2}$ Loth Kochsalz und 48 Gran flüchtigen Steinkohlengeist nachzuahmen suchte. Dieserwegen glaubte man auch, daß es unmöglich sey, dem Meerwasser die Bitterkeit ohne Zusatz einer fremdartigen Materie zu benehmen. Allein die chemischen Zergliederungen desselben durch **Bergmann** und **Macquer** [γ]) haben gezeiget, daß keine Spur von Bergfett darin anzutreffen sey. Es enthält vielmehr außer einigen schleimichten und erdigen Theilen, Kochsalz, salzgesäuerte Bittersalzerde und Kalkerde

α) De aqua maris septemtrionalis orae belgicae; in s. aduersariis p. 1.
β) De aqua pelagica; in opusc. Vol. I, p. 179.
γ) Chymisches Wörterbuch, Artikel, Seewasser.

erde oder Salzasche, und eben darin liegt der Grund der Bitterkeit. Weil also das Meerwasser keine solchen Theile besitzet, welche bey dem zur Destillation des Wassers nöthigen Feuergrade flüchtig werden, so muß sich auch selbiges mittelst dieser Operation trinkbar machen lassen.

Das für die Seefahrer so wichtige Problem, das Seewasser trinkbar zu machen, hat überhaupt viel Schwierigkeiten gefunden. Nach den Erzählungen des **Plinius** [α]) haben die Alten die Ausdünstungen des Seewassers durch ausgespannte Felle aufgefangen, welche nachher ausgedrückt süßes Wasser gaben. **Plinius** selbst ertheilt den Vorschlag, hohle Gefäße von Wachs in das Wasser zu versenken, welche sich durchs Wachs mit filtrirtem trinkbarem Wasser anfüllen würden. Nachher haben noch mehrere diesen Vorschlag, durchs Filtriren das Meerwasser trinkbar zu machen, erneuert; allein **P. Feuillee** hat sie alle als unzureichend gefunden. Indessen hatte **Bartholinus** [β]) bemerket, daß das Eis des Meerwassers ohne Salz sey, und einen süßen Geschmack besitze; auch führet **Boyle** [γ]) an, daß sich die Brauer zu Amsterdam statt des süßen Wassers des aufgethaueten Seewassereises zum Bierbrauen bedienten. **Samuel Reyher** zu **Kiel** [δ]) stellte darüber zuerst Versuche an, und entdeckte außerdem noch, daß auch das Meerwasser unmittelbar unter dem Eise süß sey. Dadurch erhielt man nun ein sicheres Mittel, das Meerwasser durchs Gefrieren trinkbar zu machen. Die Seefahrer können jedoch dieß nur selten anwenden. Indessen haben diese Erfahrungen die Bewohner einiger kalten Küsten benutzet, selbst aus dem Meerwasser Salz mit Vortheil zu kochen. Sie lassen nämlich das Seewasser in großen Behältnissen frieren,

α) Histor. natur. lib. XXXI. cap. 6.

β) De niuis vsu medico obseruationes variae, acc. *Erasmi Bartholini* de figura niuis diss. Hafniae 1661. 12. Cap. VI. p. 42.

γ) New experiments and observ. touching Cold. Lond. 1665. 4. p. 59.

δ) Experimentum nouum, quo aquae marinae dulcedo examinata describitur. Kiliae. 1697. 4. acta erudit. Lips. 1697. d. 6. Febr.

frieren, und nehmen die unter dem Eise befindliche Sole, und verfertigen daraus das Salz.

Da man immer noch der Meinung war, daß das Meerwasser Erdharz enthalte, so suchten einige Naturforscher das flüchtige Erdharz durch fremde Zusätze bey der Destillation zu fixiren. Auf diese Art destillirte **Hauton** [α]) das Meerwasser über fixes **Alkali**, und glaubte das Uebergangene durch eine Erde zu reinigen. Andere destillirten es über Seegras, Höllenstein, gebrannte Knochen, ätzende Laugensalze, Seife und Asche. Auch haben **Leutmann** und besonders **Hales** das Meerwasser durch Fäulniß zu reinigen versuchet. **Hales** läßt es in bedeckten Gefäßen faulen, bis der Geruch verschwunden ist, und destilliret es alsdann vier Mahl ohne Zusatz. Endlich lehrte aber die Erfahrung, daß eine simple Destillation hinreichend sey, das Meerwasser trinkbar zu machen. Diese Destillation würde jedoch ohne Nutzen seyn, wenn hierzu besonders Brennholz auf den Schiffen nothwendig wäre, weil man alsdann statt des Holzes alle Mahl lieber das Schiff mit süßem Wasser belasten könnte. Sie wird also nur alsdann nützlich seyn, wenn man mit wenigem Aufwande von Brennmateriallen eine ansehnliche Menge Meerwasser abdestilliren kann. **Gaurier**, ein Arzt zu Nantes, erfand zu diesem Zwecke im Jahre 1717 eine Maschine [β]), durch welche er ein völlig trinkbares Wasser bereitete; allein sie war für die Seefahrer noch nicht bequem genug. Im Jahre 1765 gab **Poissonnier**, Mitglied der medicinischen Fakultät zu Paris, einen Apparat an, vermittelst dessen man bloß durch zwey Matrosen in einem Tage 4200 Kannen trinkbares Wasser erhalten kann. In England zeigte D. **Lind** [γ]) eine sehr bequeme Methode der Destillation an, nach dessen Vorschriften D. **Irwing** eine ganz einfache Destillirmaschine erfand, und dafür von

 dem

α) Philosoph. transact. no. 67.
β) *Gallon* recueil des machines approuvées par l'Acad. Tom. III. no. 189.
γ) Essay on diseases incident to Europeans in hot climates.

dem englischen Parlement eine Belohnung von 4000 Pfund Sterling erhielt. Hierbey braucht man nicht mehr Brennholz als sonst, es wird nur an 4 Tagen in der Woche, da die Matrosen kein Fleisch erhalten, der eine Kochkessel, der ohnehin mit Seewasser gefüllet werden muß, um wegen der Feuerung keinen Schaden zu leiden, mit einem hölzernen Deckel bedeckt, an welchem sich eine kupferne Röhre mit einer Vorlage und Kühlfaß befindet, in welches leztere ein Matrose beständig frisches Seewasser pumpt, und durchlaufen läßt. Nach Herrn **Forsters** Bemerkung kann zwar auf diese Art nicht so viel süßes Wasser, als die Besatzung eines Schiffes nöthig hat, zubereitet werden, sondern diese braucht wohl noch zwey- bis drey Mahl so viel; allein es wird doch dadurch dem äußersten Wassermangel vorgebeuget, und überhaupt der Vorrath des trinkbaren Wassers beträchtlich vermehret.

Man hat sonst darüber sehr verschiedene Meinungen gehabt, woher das Meer sein Salz habe. Die Scholastiker glaubten, daß es von der Wirkung der Sonne durch Ausdünstungen auf dem trockenen Lande und nachher erfolgten Regen ins Meer gebracht würde. Allein hiernach müßte das Meer oben salziger, als in der Tiefe seyn, welches der Erfahrung zuwider ist. Nach **Halley's** α) Meinung kömmt das Salz durch die Flüsse ins Meer. **De Maison Neuve** β) glaubt ebenfalls, daß es von den Flüssen herkomme, in welchen es sich durch die von der Ebbe und Fluth verursachte Bewegung auflöse. Allein dieser Meinung zu Folge müßte die Salzigkeit im Meere beständig zunehmen, weil die Flüsse beständig Salz zuführen, und gleichwohl durch die Verdünstung keines fortgeführet wird, welches aber der Erfahrung entgegen ist. Andere glauben, das Meerwasser sey gesalzen erschaffen, oder das Salz werde in selbigem erzeuget. Noch andere sind der Meinung, daß es auf dem Grunde Salzlager und Salzberge gebe, welche das

α) Philosoph. transact. no. 344.
β) In Rozier Journal de physique. Nov. 1778.

das Meer nach und nach auflöse. Ferner vermuthen einige, daß im Meere, worin so viele Körper faulten, und in welches sich aller Unrath vom festen Lande durch die Flüsse ergießet, Salz durch einen uns noch unbekannten Mechanismus erzeuget werden könnte. **De la Metherie** a) macht sich hiervon folgende Vorstellung: nachdem das feste Land zum Vorschein gekommen sey, und lebende Wesen ihr Daseyn erhalten hätten, so haben sich auch an der Oberfläche der Erde sehr viele und verschiedene Salze (Meersalz, vitriolsaure und salpetersaure Salze) erzeuget, welche alsdann von den Wässern aufgelöset und ins Meer übergeführet wären; die salpetersauren Salze haben sich zerlegt, die Salze hingegen, welche Vitriol- und Kochsalzsäure in ihrer Mischung hatten, seyn geblieben, was sie waren, und das Meerwasser hätte sich mehr oder weniger damit gesättiget, je nachdem das Klima wärmer oder kälter war. Herr **Lichtenberg** zweifelt, ob überhaupt die Frage, woher das Meer sein Salz erhalte, wirklich einen vernünftigen Sinn habe. Das Meer erhält nämlich kein Salz, sondern es behält nur das, was es ein Mahl hat. Es wäre also bloß die Frage, woher das Meer sein erstes Salz bekommen habe, und dieß gehört zur Schöpfungs- und Bildungsgeschichte der Erde. Man ist auch der Meinung gewesen, daß das Meerwasser deßwegen gesalzen sey, damit es so leicht nicht faule; sorgfältig angestellte Versuche aber haben gelehret, daß alle Körper im Meerwasser geschwinder, als im süßen Wasser faulen, indem wenig Salz ein vorzüglich beförderndes Mittel zur Fäulniß ist.

Die gewöhnliche Farbe des Meerwassers ist bläulich grün, ob man gleich andere Farben gewahr wird, welche theils vom Boden, theils von den darin befindlichen Insekten, theils aber auch von den darin wachsenden Seepflanzen herrühren. Nach **Forsters** Bemerkung scheint selbst die Farbe des Meeres noch vom klaren und trüben oder bewölkten Himmel mit abzuhangen.

a) Theorie der Erde, a. d. Franz. Th. II. S. 306.

Das Meerwasser leuchtet des Nachts oft mit einem weißlich ausgebreiteten Lichte. **Amerikus Vespucci** soll dieß nach **Kirchers** Berichte zuerst wahrgenommen haben. Es erscheinet dieses Licht bisweilen bey stiller See, wie tausendfältige Ströme auf der Oberfläche zerstreuet, bisweilen bey der Bewegung, wo die Wellen brechen oder an feste Körper schlagen; oft bemerket man auch nur ein Leuchten nahe um das Schiff, besonders in der Furche, welche das Schiff in seiner Bewegung nach sich läßt, oder in dem von schwimmenden Fischen bezeichneten Wege. Der **P. Bourzes** [α]) hat auf einer Reise nach Indien im Jahre 1704 viele Beobachtungen hierüber mit Aufmerksamkeit angestellet, vermöge welcher er den Hauptgrund davon in einer fetten oder klebrichten Materie im Seewasser, welche vielleicht von der Fäulniß herrühren, zu suchen sich berechtiget hält. Die beiden venetianischen Aerzte **Vianelli** [β]) und **Grisellini** [γ]), so wie der Abt **Nollet** [δ]) schreiben das Leuchten des Seewassers einem phosphorischen Insekte zu. Der Abt Nollet sahe in dem Hafen zu Porto fiome die leuchtenden Punkte von dem mit Seegrase bewachsenen Boden eben so herauf springen, wie es Insekten zu thun pflegen. **Le Roi** [ε]) bemerkte auf dem mittelländischen Meere, daß das Vordertheil des Schiffes im Seegeln bey Tage eine Menge kleiner Theilchen in die Höhe warf, welche bey Nacht feurig schienen. Nach sorgfältiger Untersuchung dieser Erscheinung fand er sich nicht geneigt, diese Theilchen für leuchtende Insekten zu halten, weil er sie mit seinem Schnupftuche aufgefangen rund und ohne alle Merkmahle einer thierischen Beschaffenheit fand. **Fougeroux de Bondaroy** [ζ]) schreibt dieses

α) Lettres édifiantes. Tom. IX. Par. 1730.

β) Nouve scoperte intorno alle luci notturne dell' acqua marina. Venezia.

γ) Nouvelles observat. sur la scolopendre marine.

δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1750.

ε) Obervat. sur une lumière produite dans la mer; in d. mémoir. presentés. Tom. III.

ζ) Sur la lumière, que donne l'eau de la mer dans les lagunes de Venise; in den mémoir. de Paris 1767.

dieses Leuchten einer kleinen Nereide, und **Forskal** nach der Erzählung **Niebuhrs** [α]) einer Menge von Medusen zu. Selbst **Bartholin** und **Donati** haben das Leuchten von Meergewürmen abgeleitet.

Forster unterscheidet dreyerley Arten des Leuchtens. Die erste, welche man in der Nähe des Schiffs wahrnimmt, hält er für eine elektrische Erscheinung; die zweyte, welche sich bey langen Windstillen über die ganze See verbreitet, erkläret er für ein phosphorisches durch Fäulniß erzeugtes Licht, und die dritte Art rührt nach ihm aus dem Leuchten unzählbarer großer und kleiner Thierchen her. Auch **Spallanzani** [β]) unterscheidet zweyerley Arten des Leuchtens. Die eine Art entsteht von Leuchtwürmern oder phosphorischen Thieren. Außer der von **Vianelli** und **Grisellini** beschriebenen Thierart entdeckte **Spallanzani** an der genuesischen Küste im Golfo della Spezia noch 5 ganz neue phosphorescirende Arten. Die grauen und rothen Seefedern (pennatulae Lin.) leuchten, so oft sie berühret oder beweget werden, mit einem prächtigen Glanze, welcher sich vorzüglich an der Fahne und den darin sich aufhaltenden Polypen zeiget. Die andere Art des Leuchtens, welche nach **Canton** und **Forster** von der Fäulniß herrühret, will **Spallanziani** nicht davon ableiten. Er hat wahrgenommen, daß gerade die fettesten Fische, welche unter allen das Wasser am ersten durch Fäulniß phosphorisch machen müßten, gar nicht leuchten, und daß sich das Leuchten des Meeres bis auf eine Tiefe von 40 pariser Fuß erstrecke, da doch die verfaulten Theile der Fische nur oben auf schwimmen. Er ist vielmehr geneigt zu glauben, daß dieses Leuchten dem Meere eigenthümlich zugehöre, und daß es nach Verschiedenheit der Winde und Jahreszeiten veränderlich

sey,

α) In der Reisebeschreibung nach Arabien. Th. I. S. 7.

β) Geobachtung über verschiedene Merkwürdigkeiten des Meeres; aus den memorie di matematica e fisica Tom. II. übersetzt in den leipz. Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. IV. St. 3. S. 289. f.

sey, ob man gleich noch nicht wisse, was für einen Ursprung dasselbe habe.

Die Gewässer der Meere bewegen sich auf verschiedene Art; sie steigen und setzen sich alsdann wieder; sie bewegen sich ferner von Morgen gegen Abend und von den Polen gegen den Aequator. Diese drey Hauptbewegungen des Meerwassers pflegt man vorzüglich von einander zu unterscheiden, ob es gleich noch verschiedene andere Bewegungen, die von äußern Ursachen herrühren, geben kann, als z. B. durch Winde, durch Erdbeben u. dergl.

Von der ersten Hauptbewegung des Meeres, nämlich von der Ebbe und Fluth ist bereits unter einem eigenen Artikel ausführlich gehandelt worden.

Was die zweyte Bewegung, oder die **Ströme** (courans) betrifft, so ist diese einer Bewegung der Atmosphäre, nämlich dem großen beständigen Ostwinde, welcher immer zwischen den Wendekreisen herrscht, und seinen Gang von Morgen gegen Abend nimmt, sehr ähnlich. Dieser Strom verursachet, daß man von Amerika nach den Molucken weit geschwinder segelt, als auf der Rückreise u. s. f. Eben diesen Strom wird man auch im Südmeere gewahr. Von dem Strome des atlantischen Meeres handeln besonders **Pownall** [α]) und **Franklin** [β]). Uebrigens unterscheiden die Seefahrer die Wirkung des Stromes der Gewässer des Weltmeeres von der des großen beständigen Ostwindes sehr genau. Die Entstehung dieses Stromes scheint von drey Umständen abzuhangen: von der Umdrehung der Erde um ihre Axe; denn durch diese schnelle Umdrehung wird sie allem, was auf ihrer Oberfläche sich befindet, eine ebenmäßige Bewegung mittheilen. Weil aber das Wasser des Meeres ein Bestreben hat gegen den Mittelpunkt der Erde sich zu bewegen, so kann auch dieses der Umdrehungsbewegung

gung

α) Hydraulic and nautical observat. on the Atlantic Ocean, by Governor Pownall. Lond. 1787. 4. mit einer Seekarte und Noten von Franklin.

β) Maritime observat. in den transact. of the Americ. society, held at Philadelphia. Vol. II. p. 315.

gung der Erde nicht so schnell folgen, sondern es wird zurückbleiben, und es wird folglich das Ansehen haben, als ob es sich von Osten gegen Westen bewegte; 2) weil die Sonne und der Mond, in Rücksicht auf einen festen Punkt der Erde, jeden Tag etwas gegen Abend vorrücken, so müssen sie von dieser Seite die Meeresmasse nach sich ziehen, und auf solche Art muß den Gewässern des Meeres eine Bewegung von Osten nach Westen mitgetheilet werden; 3) wird auch der beständige Ostwind auf den Strom des Wassers des Weltmeeres Einfluß haben, und er wird ihm dieselbe Richtung geben, die er selbst hat. Die vereinte Wirkung dieser drey angeführten Ursachen wird also den Gewässern des Meeres eine sehr schnelle Bewegung von Morgen gegen Abend mittheilen.

Auch die dritte Bewegung der Gewässer der Meere ist dem Luftstrome, welcher fast immer von den Polen gegen den Aequator gehet, ähnlich. Die neuesten Seefahrer gedenken indessen dieses Stromes nicht mehr. Nach **de la Metherie** ist diese Bewegung eine Folge der Bewegung der Gewässer von Osten nach Westen. Denn die physische Lage des festen Landes von Afrika und Amerika, so wie auch die Lage des indianischen Archipels und Neuhollands müsse die Richtung dieser zweyten Bewegung abändern, und das Wasser müsse folglich von der Seite der Pole an die Küsten zurückfließen und in eine kreisförmige oder wirbelartige Bewegung gerathen. Das durch seine östliche Bewegung von den afrikanischen Küsten gegen Amerika getriebene Wasser des atlantischen Meeres z. B. wird in seinem Laufe gegen Amerika aufgehalten werden, und ein Theil desselben wird sich in den mexicanischen Meerbusen stürzen und von da gegen die bermudischen Inseln hin aufwärts gehen, der andere Theil desselben aber wird sich längs der Küste Brasiliens halten, und sich gegen das Vorgebirge Horn erstrecken. Dieser Gang der Wasser der afrikanischen Küsten bringt aber eine Leere hervor, und die Gewässer müssen also von den beiden Polen zufließen, um diese Leere auszufüllen; auf

diese

diese Art entspringt ein Strom, der von den Polen gegen die Linie, längs den afrikanischen Küsten hingehet; es wird eine Leere in diesem Theile der Polarmeere entstehen, indeß an den Küsten von Brasilien und der Inseln von Terre-Neuve ein Ueberfluß an Wasser Statt finden wird; die Gewässer werden also aus diesen letzten Gegenden theils gegen das Vorgebirge der guten Hoffnung, theils gegen die azorischen Inseln und über dieselben hinausfließen, um wieder an die Küsten von Europa zu kommen. Das Wasser des atlantischen Meeres wird folglich zwey Arten von krummen Linien beschrieben, und sich so auf eine zweyfache Art bewegen. Die erstere Bewegung, durch welche es von den afrikanischen Küsten an die Küsten von Amerika gebracht wird, wird verursachen, daß es längs Mexiko nach den bermudischen Inseln aufsteiget, und durch den 40° der Breite nach Europa übergehet (und wirklich sind auch die Schiffer, wenn sie von den atlantischen Inseln zurückkehren wollen, genöthiget, diese Höhe zu gewinnen). Die andere Bewegung wird dieses Wasser von den afrikanischen Küsten an die Küsten von Brasilien und von da wieder zurück, von der Seite des Vorgebirges der guten Hoffnung, bringen. Auf eine ähnliche Art wird sich auch die Sache im Südmeere verhalten, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Wirkung nicht eben so merklich seyn wird; denn der indianische Archipel und Neuholland setzen dem Wasser kein solches Hinderniß entgegen, wie Amerika thut; dessenungeachtet fließen auch in diesem Meere die Gewässer gleichsam auf sich selbst zurück, denn die Schiffe, welche von den philippinischen Inseln in Amerika kommen, sind genöthiget, den 40 Grad nördlicher Breite zu gewinnen und durch Californien zurück zu gehen.

Auch andere mitwirkende Ursachen werden einen Strom der Gewässer gegen die Linie zuwege bringen; eine von denselben wird die unterbrochene Wirkung der Winde seyn, die von den Polen nach den Wendekreisen hin wehen; noch eine andere oben schon erwähnte wird die stärkere Ausdün-

stung

stung unter der Linie seyn, wodurch das Gewässer daselbst niedriger als gegen die Pole hin stehen wird u. s. f.

Diese drey Hauptbewegungen der Gewässer werden durch die Lage und Beschaffenheit der Küsten, der Meerengen u. s. f. geändert werden.

Auch die Winde verursachen auf der Oberfläche des Meeres oft eine starke Bewegung, indem sie die **Wellen** oder **Wogen** hervorbringen. Auf dem mittelländischen Meere soll nach **Marsigli** die lothrechte Höhe der Wellen nie über 8 Fuß gehen; in der Ostsee sind sie etwas höher. Die Taucher spüren in einer Tiefe von 15 Klaftern keine Bewegung mehr, so unruhig auch das Meer auf der Oberfläche ist.

Aristoteles, **Plinius** u. a. erzählen, daß man das stürmische Meer durch aufgegossenes Oel besänftigen könne, und selbst **Franklin** [α]) tritt dieser Meinung bey, indem ihn Versuche im Kleinen gelehret haben, daß die Wellen von aufgegossenem Oele wirklich gestillet würden. Hingegen zweifelt **Meister** [β]) an dieser Wirkung im Großen, und führet außerdem verschiedene Versuche über die Bewegung der Fläche an, mit welcher sich Oel und Wasser berühren.

Die großen Flüsse geben ebenfalls, indem sie sich ins Meer ergießen, zur Entstehung von Strömen in selbigem Gelegenheit; solche große Wassermassen nämlich, welche einen mehr oder weniger schnellen Lauf haben, wie der Amazonenfluß, Plata u. s. f. müssen, indem sie in das Meer übergehen, etwas von ihrer eigenthümlichen Geschwindigkeit ablegen, weil sie selbige dem Meerwasser mittheilen; diese daher entstandenen Ströme werden sich aber ununterbrochen verändern, und zur Entstehung von Wellen Gelegenheit geben, die den Seefahrern oft sehr gefährlich werden.

α) Of the stilling of waves by means of Oil; in Philosoph transact. Vol. LXIV. P. II. no. 44.

β) De olei aquae superfusi effectibus opticis et mechanicis; in comment. societat. Goetting. Class. mathem. Tom. I. ad an. 1768.

den. Diese Ströme werden besonders zur Zeit der hohen Fluth heftiger.

Auch unterirdische Flüsse, welche sich ins Meer ergießen, können Ströme im Meere erzeugen.

Was endlich noch die Frage anlangt, ob das Meerwasser von Zeit zu Zeit abnehme? so wollen einige die Abnahme desselben dadurch beweisen, daß gewisse jetzt trockene Gegenden ehedem unter Wasser gestanden hätten, und daß die Wasserhöhe an verschiedenen Küsten immer geringer werde. In der Behauptung der Wasserabnahme wurde man noch mehr dadurch bestärket, daß einige Chemiker gefunden haben wollten, daß sich das Wasser in Erde verwandele. M. s. **Wasser**. Allein um diese Frage mit Gewißheit zu entscheiden, wären weit mehrere Erfahrungen, als bisher bekannt sind, nöthig. Gesetzt auch, es wären gewisse Gegenden ins Trockene gekommen, welche ehedem unter Wasser gestanden hätten, so läßt sich dieß sehr natürlich aus der Absetzung der Erden, des Sandes und der Steine erklären, welche die Flüsse und Ströme dem Meere nach und nach zugeführet haben. Die meisten Seestädte aber haben noch eben die Lage, die sie vormahls hatten. Wenn also ja das Meer etwas an dem einen Orte verloren hätte, so hat es gewiß an dem andern Orte eben so viel wieder genommen, so daß es weder merklich zugenommen noch auch abgenommen zu haben scheinet. Daß aber das Wasser sich nach und nach in Erde verwandele, ist nach neuern Versuchen völlig widerleget worden.

M. s. **Torb. Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. übers. durch **Röhl** Th. I. Abtheil. 3 Cap. 5. und Th II. Abtheil. 5. Cap. 3. **Lulofs** Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel; a. d. Holländ. durch **Kästner** Cap. 12 und 14. **Priestley** Geschichte der Optik; a. d. Engl. durch **Klügel** S. 414 u. f. **J. R. Forsters** Bemerkung auf seiner Reise um die Welt, übers. mit Anmerk. von **G. Forster**. Berlin 1783. 8. S. 44 f. **F. W. Otto** Abriß einer Naturgeschichte des Meeres, ein Bey-

trag

trag zur physikalischen Erdbeschreibung. Berlin 1792. B. I. 1794. B. II. De la **Metherie** Theorie der Erde aus den Franz. durch **Eschenbach**. Leipz. 1797. Th. II. S. 305 u. f.

Meerbarometer s. **Barometer**.

Megalometer s. **Mikrometer**.

Megameter, de Lüc's elektrische s. **Elektrometer**.

Meile (milliare, mille) ist ein Längenmaß, welches man vorzüglich in der Erdbeschreibung gebrauchet, um die Weite der Oerter auf der Erdoberfläche anzugeben. Die Länge der Meilen ist bey verschiedenen Nationen auch sehr verschieden, welches von dem willkürlich angenommenen Längenmaße der verschiedenen Völker herrühret. M. s. **Fuß**.

Das Meilenmaß rührt von den Römern her. Diese theilten die Längen der Heerstraßen, welche alle an die Hauptstadt Rom stießen, in Meilen ein, welche mit Säulen bemerket waren. Die erste davon stand mitten in der Stadt Rom, und man nannte sie milliare aureum. Die römische Meile oder das milliare betrug 1000 Schritte, jeden zu 5 Fuß gerechnet oder 8 Stadia, jedes Stadium von 125 Schritten. Wenn man nach **Eisenschmidt** das Verhältniß des alten römischen Fußes zum pariser wie 1324,5 zu 1440 setzet, so ergibt sich die römische Meile = 4600 paris. Fuß oder $766\frac{2}{3}$ Toisen. Zwanzig solcher Meilen wurde für eine Tagreise gerechnet.

Von den neuern europäischen Völkern sind die Meilen weit größer angenommen worden. Die Geographen besonders haben die Größe der Meile durch einen gewissen bestimmten Theil eines Grades vom Umfange eines größten Kreises der Erde bestimmt, z. B. durch den 60ten, 20ten, 15ten, je nachdem es das Verhältniß der eingeführten Meile zu der vermutheten Größe des Grades erforderte. So war z. B. in England eine Meile angenommen, deren Länge etwa $\frac{1}{60}$ von der damahls bekannten Größe eines Grades ausmachte. Da Picards genauere Erdmessung bekannt wurde, so fand sich, daß solcher Meilen 69 auf einen Grad gingen.

gingen. Es hält also diese englische Meile wirklich $\frac{57060}{69}$ oder 827 Toisen, und ist daher nicht viel größer als die alte römische Meile.

In Frankreich hat man zu Lande die lieue eingeführet, wovon 25 auf einen Grad gerechnet werden. Es ist also diese lieue eine Länge von 2283 Toisen, welche gemeiniglich eine französische Meile genannt wird. Die französischen Schiffer hingegen rechnen den 20ten Theil des Grades auf eine Seemeile, welche folglich 2853 Toisen beträget.

Die **geographische** oder **deutsche** Meile macht den 15ten Theil eines Grades aus. Dieß Maß ist aber unbestimmt, weil sich die Größe derselben nach der Größe des Grades vom Umfange der Erdkugel richtet, welche verschieden ist, nachdem man den Grad im Aequator oder im Mittagskreise an verschiedenen Orten der Erde nimmt. Wenn man den Grad des Aequators dabey zum Grunde leget, welcher nach **Klügels** Bestimmungen 57247 Toisen beträget, so macht die deutsche Meile $3816\frac{1}{2}$ Toisen aus, gebrauchet man aber den Grad auf dem mittleren Umfange der Erde von $57173\frac{1}{2}$ Toisen, so gehen auf die Meile $3811\frac{3}{5}$ Toisen; nach **Picards** Bestimmungen würde die deutsche Meile nur 3804 Toisen ausmachen.

Die in Deutschland wirklich üblichen Meilen sind von verschiedener Größe, mehrentheils zwischen 22500 und 25000 rheinl. Fuß. Es scheinet, als ob man die Länge einer Meile durch den Weg bestimmet habe, welchen ein guter Fußgänger in zwey Stunden zurücklegen kann, welche Länge freylich sehr unbestimmt ist.

Angaben von den Längen der Meilen an den vornehmsten Oertern der Erde findet man in dem allgemeinen Contoristen von **Herrmann** (Leipzig 1788 — 1792. IV. Theile in gr. 4.) und dem von **Gerhardt** (Berlin 1791 — 1792. II. Theile in gr. 4.).

Meniskus s. Linsengläser.
Mennige s. Bley.
Menstruum s. Auflösungsmittel.
Mephitische Luft s. Gas, mephitisches.
Meridian s. Mittagskreis.

Merkur (Mercurius, mercure) ist einer von den sechs bekannten Planeten, welche täglich ihren Stand unter den Fixsternen ändern, und außer der täglichen allen Sternen gemeinschaftlichen Bewegung von Osten gegen Westen um den ganzen Himmel herum sich zu bewegen scheinen. Dieser Planet entfernet sich von der Sonne nie über 32 Grad. Wenn er des Abends anfängt sichtbar zu werden, so unterscheidet man ihn mit Mühe in den Strahlen der Dämmerung. An den folgenden Tagen kömmt er mehr und mehr aus denselben hervor, und nachdem er sich ungefähr 25 Grad von der Sonne entfernet hat, geht er wieder zu ihr zurück. Während dieser Zeit ist die Bewegung des Merkurs in Rücksicht auf die Fixsterne rechtläufig, wenn aber bey seinem Zurückgehen zur Sonne eine Entfernung von dieser nicht mehr als 20 Grad beträgt, so scheinet er stille zu stehen, und seine Bewegung wird hierauf rückläufig. Er fähret fort, sich der Sonne wieder zu nähern, und endiget damit, daß er sich des Abends in ihren Strahlen wieder verlieret. Nachdem er daselbst einige Zeit unsichtbar verweilet hat, so sieht man ihn des Morgens wieder aus diesen Strahlen hervorgehen, und sich von der Sonne entfernen. Seine Bewegung ist rückläufig, wie vor dem Verschwinden; wenn aber der Planet zum 20ten Grade der Entfernung der Sonne gekommen ist, so steht er aufs neue stille, und nimmt hernach wieder eine rechtläufige Bewegung an; so fährt er fort sich bis auf einen Abstand von 25 Graden von der Sonne zu entfernen. In der Folge nähert er sich ihr wieder, verliert sich abermahls des Morgens in den Strahlen der Morgenröthe, und zeigt sich bald darauf des Abends wieder, um die nämlichen Erscheinungen von neuem anzufangen.

Die Weite der größten Ausweichung des Merkurs von der Sonne auf beiden Seiten derselben ändert sich von 18 bis zu 32 Graden. Die Dauer seines Ausweichens und Zurückkommens zur nämlichen Lage in Ansehung der Sonne ändert sich auf gleiche Art von 106 bis auf 130 Tage; der mittlere Bogen seines Rücklaufs beträgt ungefähr 15 Grade, und dessen mittlere Dauer 23 Tage; aber es finden sich große Verschiedenheiten zwischen diesen Größen bey verschiedenen Rückläufen. Ueberhaupt sind die Bewegungsgesetze des Merkurs sehr verwickelt.

Weil dieser Planet sich nie weit von der Sonne entfernet, und sich selbiger wieder nähert, so haben schon die alten Astronomen daraus geschlossen, daß er beständig um die Sonne umlaufe. Es gehöret also dieser Planet zu den untern Planeten, welche der Sonne näher sind als der Erde. Von der Sonne aus gerechnet ist er der erste Planet. Die Bahn desselben ist wie alle übrige Planetenbahnen elliptisch, deren Ebene mit der Ebene der Ecliptik einen Winkel von 7 Grad macht.

Theilt man die Entfernung der Erde von der Sonne in 1000 Theile ein, so beträgt die größte, mittlere und kleinste Entfernung von der Sonne 466, 387 und 307, und die Eccentricität der Merkursbahn 79 solcher Theile. Demnach verhält sich seine größte Entfernung zu der kleinsten von der Sonne etwa wie 47 zu 31, beynahe wie 3 : 2. Daraus erhellet also, daß uns sein Lauf sehr ungleich erscheinen muß, und daß seine Ausweichungen von der Sonne bald größer bald kleiner werden. Wenn der Merkur in der untern Conjunktion und Sonnenferne, die Erde aber in der Sonnennähe ist, so beträgt seine Entfernung von der Erde 983 — 466 = 517 Theile, ist er aber in oberer Conjunktion und Sonnenferne, und die Erde ebenfalls in der Sonnenferne, so ist die Entfernung desselben von der Erde 1017 + 466 = 1483 Theile. Es verhalten sich also beider Abstände zu einander beynahe wie 5 zu $14\frac{1}{2}$.

Weil die mittlere Entfernung des Merkurs von der Sonne etwa $\frac{2}{5}$ des Abstandes von der Erde beträgt, so läßt sich seine Bahn mit einem Kreise vergleichen, dessen Halbmesser $\frac{2}{5}$ von dem Halbmesser der Erdbahn ausmacht, wovon aber der Mittelpunkt nicht selbst in die Sonne fällt, sondern von ihr um $\frac{8}{100}$ des Halbmessers der Erdbahn entfernet ist. Merkur durchläuft diese Bahn in 87 Tagen 23 Stunden 15 Minuten 37 Sekunden, so, daß er im Durchschnitt täglich 4° 5′ 22″ 35‴ seines Kreises zurückleget.

Merkurs scheinbarer Durchmesser ist veränderlich, und seine Veränderungen stehen in offenbarer Beziehung mit seiner Lage gegen die Sonne und mit der Richtung seiner Bewegung. Er ist am kleinsten, wenn der Planet sich des Morgens in den Sonnenstrahlen verlieret, oder wenn er des Abends aus denselben hervorkömmt; er ist am größten, wenn er des Abends sich in denselben verlieret, oder des Morgens aus denselben hervorkömmt. Nach Herrn **la Place** ist seine mittlere Größe 21″, 3. Andere Astronomen setzen den scheinbaren Durchmesser des Merkurs weit geringer. So beträgt selbiger nach Herrn **Bode** in seiner nähesten Entfernung von uns 13″, und in seiner größten kaum 5″. Nach **de la Lande** hält er aus der Sonne in der mittleren Entfernung von der Erde gesehen 7″, und hieraus würde man seinen wahren Halbmesser etwa 0,407 vom Erdhalbmesser finden. Wenn man also den Merkur als eine wirkliche Kugel betrachtet, so würde er ungefähr 10 Mahl kleiner, als unsere Erde seyn.

Nach **la Place** macht die Masse des Merkurs $\frac{1}{2025810}$ und die der Erde $\frac{1}{329809}$ der Sonnenmasse aus, folglich wäre nach dieser Bestimmung die Masse des Merkurs etwa 6 Mahl geringer, als die der Erde. **De la Lande** schätzt sie 7 Mahl geringer als die Masse der Erde, und hiernach wäre die Dichtigkeit des Merkurs doppelt so groß als die Dichtigkeit der Erde; es würden also die schweren Körper auf seiner Oberfläche in einer Sekunde durch 12 $\frac{1}{2}$ Fuß fallen.

Zuweilen sieht man den Merkur in der Zwischenzeit von seinem Verschwinden des Abends bis zu seinem Wiedererscheinen des Morgens unter der Gestalt eines schwarzen Fleckens, welcher eine Chorde der Sonnenscheibe beschreibet, über diese Scheibe wegrücken. Diese Durchgänge des Merkurs sind wahre ringförmige Sonnenfinsternisse, welche uns beweisen, daß dieser Planet sein Licht von der Sonne entlehnet. M. s. **Durchgänge**. Durch stark vergrößernde Fernröhre betrachtet zeiget er ähnliche Phasen, wie der Mond, die auch wie die letztern gegen die Sonne gerichtet sind, und durch ihre nach der Lage der Planeten in Ansehung der Sonne, und nach der Richtung seiner Bewegung veränderliche Größe über die Beschaffenheit seiner Bahn ein großes Licht verbreiten. Auch ist es wahrscheinlich, daß sich Merkur um seine Axe drehe, ob man gleich wegen seiner großen Nähe an der Sonne noch keine Flecken auf ihn hat wahrnehmen können, aus deren Bewegung sich diese Umdrehung erweisen, und die Geschwindigkeit derselben bestimmen ließe.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, an mehreren Stellen. **La Place** Darstellung des Weltsystems a. d. Franz. Th. I. S. 65. Th. II. an manchen Stellen.

Messing. Gelbkupfer (orichalcum, aurichalcum, cuivre jaune, laiton) ist eine Zusammensetzung aus etwa 3 Theilen Kupfer und 1 Theile reinen Zink. Durch diese Zusammensetzung wird die gewöhnliche Farbe des Kupfers gelb, die Geschmeidigkeit vermehret, und auf diese Weise zur Verarbeitung der meisten Instrumente geschickt gemacht.

Weil der aus den Erzen gewonnene Zink nie ganz rein ist, und durch das Zusammenschmelzen mit dem Kupfer eine spröde Masse gibt, so verfertiget man das Messing aus dem Galmey, einem natürlichen Zinkerze, durch eine Art von Cementation. M. s. **Galmey, Cementation**. Ohne Zweifel war dieß auch die Bereitungsart des Messings der Alten, welche den Zink als eigenes Metall noch nicht kannten.

ten. Der von Erde und Steinen gereinigte Galmey wird geröstet, gepulvert, gesiebt, auch wohl geschlemmt, hierauf mit eben so vielem Kohlenstaube von hartem Holze zusammengemischt, in einen irdenen Schmelztiegel gedrückt, gutes Kupfer hineingeleget, und alles zusammen bedeckt bis zur Schmelzung des Kupfers im Feuer gelassen. Die Verfertigung des Messings wird umständlicher beschrieben von **Gallon** [α]) und **Keir** [β]).

Das erhaltene Messing fällt gewöhnlich um den vierten bis dritten Theil schwerer aus, als das dazu angewandte Kupfer, obgleich aller reducirte Zink keinesweges in das Kupfer eingehet; vielmehr verdampft ein Theil, wie die blaue Flamme, welche um den Schmelztiegel spielt, so wie der graue Rauch und die aufsteigenden Zinkblumen offenbar zeigen. Gemeiniglich ist das Messing nach der ersten Arbeit noch nicht ganz rein; daher wiederhohlet man dieses Verfahren noch ein Mahl, setzt auch wohl einiges altes Messing hinzu. Ueberhaupt läßt sich das Messing sehr fein bearbeiten, wie im Knittergolde, Blattgolde, und den unechten Tressen.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. III. Halle 1795. 8. §. 3275 u. f.

Metalle (metalla, métaux). Diesen Nahmen führt eine eigene Hauptgattung von mineralischen Körpern, welche unter allen so ausgezeichnete Eigenschaften besitzen, daß es nicht schwer ist, sie von allen übrigen zu unterscheiden. Die äußern Eigenschaften, wodurch sie sich von den übrigen Fossilien unterscheiden, sind ihre Dichtigkeit, Undurchsichtigkeit, ihr eigenthümlicher Glanz, ihre Zähigkeit, Dehnbarkeit, besondere Art der Schmelzbarkeit, und Unauflösbarkeit im Wasser. Die Anzahl der jetzt bekannten wesentlich von einander verschiedenen Metalle beläuft sich auf neunzehn: **Platina, Gold, Silber, Quecksilber, Bley, Kupfer, Eisen, Zinn, Zink, Wismuth, Spies-**

 glanz,

α) l'ar de convertir le cuivre rouge en laiton. Paris 1764.
β) Macquers chymisches Wörterb. durch Leonhardi. Art. Messing.

glanz, Kobald, Nickel, Magnesium, Molybdän, Wolfram, Uran und **Titan**, von welchen einzelne Artikel dieses Wörterbuchs handeln. Einige sehr wenige von diesen Metallen werden regulinisch oder gediegen gefunden, sie sind größtentheils im vererzten Zustande in der Erde verborgen, und müssen erst durch Kunst aus selbigen geschieden werden. Daher haben sie auch ihre Benennung von dem griechischen Worte μεταλλᾶν erhalten, welches eben so viel als Aufsuchen oder Nachforschen bedeutet.

An Dichtigkeit übertreffen die Metalle alle übrige Körper des Mineralreichs, und das leichteste unter allen Metallen ist doch noch dichter, als der schwerste Körper unter den Steinen und Erdarten. Aus ihrer Undurchsichtigkeit und großen Dichtigkeit folgt auch der eigenthümliche Spiegelglanz, welchen sie im vollkommenen Zustande zeigen, und welcher von der Politur anderer harten Körper leicht zu unterscheiden ist. Es wird daher auch dieser Glanz der **metallische Glanz** genannt. Wegen ihrer Unvereinbarkeit mit den erdigen Substanzen stehen sie beym Flusse in der Schmelzhitze mit convexer Oberfläche in irdenen Schmelzgefäßen.

Mehrere Metalle sind dehnbar, und ihre Theile lassen sich unter dem Hammer merklich an einander verschieben, ohne ihren Zusammenhang zu verlieren, und auf diese Weise zu dünnen Blättern und Fäden strecken, wie z. B. das Gold, Silber, Platina, Kupfer u. s. f. andere hingegen sind spröde, und lassen sich nicht dehnen oder strecken, wie z. B. Arsenik, Kobald u. s. f. Dieserwegen hat man sonst die Metalle eingetheilet in **Ganzmetalle** (metalla perfecta) und **Halbmetalle** (semimetalla). Aber diese Eintheilung ist eben so wenig wissenschaftlich als die Benennung gut gewählt. Denn es läßt sich keine Grenzlinie zwischen ihnen ziehen, sondern es gehen vielmehr die geschmeidigen Metalle ganz unmerklich in die spröden über.

Die Metalle sind alle schmelzbar aber in verschiedenen Graden. So schmelzt Quecksilber schon in der gewöhnlichen

chen Temperatur unserer Atmosphäre; einige Metalle schmelzen noch vor dem Glühen, z. B. Bley, Zinn; andere nach dem Glühen, z. B. Gold, Silber, Kupfer, Eisen. Alle Metalle, nur Eisen und Platina ausgenommen, schmelzen bey gehörigem Grade der Hitze plötzlich; die letztern hingegen werden erst erweicht, und darauf beruht ihre so nützliche Eigenschaft sich schweißen zu lassen. Auch sind die Metalle krystallisirbar, wenn die dazu nöthigen Bedingungen Statt finden. M. s. **Krystallisation.** Bey den spröden oder sogenannten Halbmetallen ist die krystallinische Fügung der Theilchen sehr leicht wahrzunehmen; bey den zähern hingegen fällt sie nicht so sehr in die Augen, indem sich wegen ihrer Dehnbarkeit beym Zerstücken die Lage ihrer Theile ändert.

Die meisten Metalle sind in ihrer Schmelzhitze feuerbeständig, wie Gold, Silber, Kupfer, Platina, Eisen, Bley, Zinn, Nickel, Kobald, Magnesium, Wolfram; einige hingegen sind flüchtig, und lassen sich in verschlossenen Gefäßen in die Höhe treiben, wie Quecksilber, Wismuth, Zink, Arsenik und Spiesglanz. Die Feuerbeständigkeit aber der ersten ist nur relativ, indem selbst die feuerbeständigsten, wie Gold und Silber, in der größten Hitze großer Brennspiegel oder Brenngläser verflüchtiget und in Dampf aufgelöset werden.

Die mehresten Metalle lassen sich unter einander zusammenschmelzen, und es entstehen daraus manniafaltige **Metallgemische, Metallversetzungen** und **Legirungen,** welche wegen ihrer besonderen Eigenschaften oft von sehr großem Nutzen sind. Die Metallgemische sind oft dichter, als sie den Berechnungen gemäß seyn sollten, oft weniger dicht. Merkwürdig aber ist es, daß einige Metalle gar nicht zusammengeschmolzen werden können und keine Vereinigung eingehen.

Bey einem gewissen verhältnißmäßigen Grade der Temperatur werden alle Metalle, Gold, Silber und Platina ausgenommen, in der Schmelzhitze in Metallkalke verwandelt, wenn bey ihnen der Zutritt der freyen Luft verstattet

wird. Dieß hat zu der Eintheilung der Metalle in **edle** und **unedle** Veranlassung gegeben, zu den erstern rechnet man nämlich das Gold, Silber und Platina, und zu den andern die übrigen Metalle.

Die Kalke der unedlen Metalle, nur der des Quecksilbers ausgenommen, gehen alle, wo nicht für sich allein, doch in Verbindung mit andern, beym Schmelzen in ein Glas oder wenigstens in eine glasichte Schlacke über von ansehnlicher Dichtigkeit. Die Schmelzhitze, welche dazu erforderlich ist, ist größer, als die, wobey die Metalle dieser Kalke fließen. Die metallischen Gläser besitzen ganz andere Eigenschaften, als ihre regulinischen Metalle. Sie fließen im Feuer in den irdenen Schmelzgefäßen nicht mehr mit convexer Oberfläche, lösen Erden und Alkalien im Flusse auf, welches die regulinischen Metalle nicht thun, und lassen sich mit regulinischen Metallen durchaus nicht vereinigen.

Alle Metallkalke lassen sich durch Zusatz von verbrennlichen Dingen, als Kohle, Fett u. s. f. mit Ausschluß der atmosphärischen Luft, folglich in verschlossenen Gefäßen vermittelst des Glühefeuers wieder in Metalle verwandeln, welches man **Reduciren** oder **Wiederherstellen** nennt. Dadurch verlieren die Metallkalke ihr vermehrtes absolutes Gewicht, und das wieder hergestellte Metall das nämliche Gewicht und eben die Eigenschaften, als Glanz, Dehnbarkeit, specifisches Gewicht u. s. f. wieder, als es vorher hatte, ehe es in Metallkalk verwandelt wurde. Eben dieß erfolget auch bey den metallischen Gläsern.

Weil bey der Wiederherstellung der Metallkalke jederzeit brennbare Substanzen erforderlich sind, so glaubte man vormahls, daß der Brennstoff sich mit dem Metallkalke verbinde, und dadurch die Reduktion bewirke, und daß im Gegentheil die Verkalkung bloß von dem Verlust des Brennstoffes herrühre. Daraus schloß man, daß alle Metalle aus einer Erde und dem Phlogiston zusammengesetzet sind. Nach der neuern Chemie hingegen liegt der Grund der Reduktion der Metallkalke und der metallischen Gläser

darin,

darin, daß diese Körper durch den Zusatz von verbrennlichen Körpern ihres Sauerstoffes beraubet werden. Es haben nämlich diese verbrennlichen Substanzen zu dem Sauerstoffe eine größere Verwandtschaft, als die Metalle; dadurch verläßt nun der Sauerstoff die Metallkalke und die metallischen Gläser, verbindet sich mit der Kohle, und erzeuget kohlensaures Gas. Daraus folget natürlich, daß die Metallkalke und metallischen Gläser gerade so viel Gewicht, nicht mehr, verlieren, als sie vor der Reduktion mehr wie die Metalle, woraus sie entstanden sind, hatten. Von einigen Metallkalken wird der Sauerstoff ohne Zusatz von verbrennlichen Materien durch die Wärme getrennt. Das neuere System betrachtet also die Metalle als einfache, oder wenigstens noch unzerlegte Substanzen, die Metallkalke aber zusammengesetzt aus den Metallen und dem Sauerstoffe. Diejenigen Chemiker, welche noch einen Brennstoff annehmen, betrachten die Wiederherstellung der Metalle aus ihren Kalken und Gläsern nicht allein als eine Scheidung des Sauerstoffs von dem damit verbundenen Metalle, sondern auch zugleich als eine Wiedererstattung seines verlornen Brennstoffs. Daher verbindet sich der Sauerstoff nicht bloß mit dem Kohlenstoffe zum kohlensauren Gas, sondern die Kohle überläßt auch den Metallen den Brennstoff, wodurch das Metall wieder regulinisch wird.

Auf dem nassen Wege sind die eigentlichen Auflösungsmittel der Metalle die Säuren. Die Auflösung geschiehet aber ganz allein vermöge der Verwandtschaft, welche die Metalle mit dem Sauerstoffe haben, womit sie sich während der Auflösung sättigen. Ohne vorhergegangene Sättigung des Sauerstoffs mit den Metallen ist keine Verbindung unter einander möglich. Daher kömmt es, daß diejenigen Metalle, welche keine gehörige Menge von Sauerstoff enthalten, sich schwer mit den Säuren verbinden, und daß diejenigen, welche mehr Sauerstoff enthalten, leicht von den Säuren getrennt werden. Bey der Auflösung der Metalle in Säuren ist also alle Mahl ein gewisser vorhergegange-

gegangener Grad von Säuerung der Metalle nöthig, wenn sie sich mit den Säuren aufs innigste verbinden sollen. Dieser Grad wird nun freylich bey verschiedenen Arten von Metallen in einerley Säure, und bey einem Metalle in verschiedenen Säuren verschieden seyn. Sobald aber die Auflösung der Metalle in Säuren vor sich gehet, so entstehet meistentheils ein Aufbrausen, und es entwickeln sich Luftarten. Hierbey lassen sich nun drey Fälle gedenken: das Metall, welches sich mit dem Sauerstoffe verbindet, zerlegt entweder die Säure selbst oder das Wasser, welches mit der Säure verbunden ist, oder es saugt den Sauerstoff aus der Atmosphäre ein. Im ersten Falle entwickelt sich der andere Bestandtheil der Säure, verbindet sich mit dem Wärmestoffe, und bildet eine Luftart, z. B. aus der Schwefelsäure Schwefelluft; im zweyten Falle bleibt die Säure unzerlegt, das Wasser aber wird zerlegt, und es entwickelt sich Wasserstoffgas; im dritten Falle endlich bleibt sowohl das Wasser als auch die Säure unverändert. Auch gibt es noch einige Fälle, wo das Wasser und die Säure zugleich durch das Metall zerleget wird.

Bey einer jeden metallischen Auflösung, in welcher die Säure zersetzet wird, ist sehr viel Säure nöthig. Denn erstlich ist ein Theil nöthig, welcher das Metall säuert, und zweytens ein anderer Theil, um das gesäuerte Metall aufzulösen. Uebrigens verbinden sich die metallischen Auflösungen, wenn sie der freyen Luft ausgesetzet werden, nach und nach mit dem in der Atmosphäre befindlichen Sauerstoffe, wodurch eine sogenannte Uebersäuerung Statt findet, folglich trennen sich dadurch die Metalle und fallen zu Boden.

Die Säuren mit den darin aufgelösten Metallen geben in ihrer Verbindung neue Körperarten, und bilden **metallische Salze** oder Mittelsalze mit einer metallischen Grundlage, deren **Anzahl** sehr groß ist. Diese daher entstandenen Metallsaze unterscheiden sich unter einander auf verschiedene Art, theils durch die Auflösbarkeit, theils durch die **Krystallisirung**, theils durch den Geschmack, theils durch die

die Farbe, theils durch die verschiedenen Formen der Krystalle u. s. w.

Weil die Metalle mit den Säuren nicht anders verbunden seyn können, als wenn sie bis zu einem gewissen Grad gesäuert sind, so ist es leicht begreiflich, daß in einer metallischen Auflösung der Sauerstoff dem Metalle entzogen werden müsse, wenn in selbige ein anderes Metall gebracht wird, daß mit dem Sauerstoffe eine größere Verwandtschaft als mit dem aufgelösten Metall hat. Dadurch wird alsdann natürlich das aufgelöste Metall mehr oder weniger zu Boden fallen, nachdem es mehr oder weniger Sauerstoff verloren hat. So schlägt z. B. das Kupfer in einer Silberauflösung das Silber nieder. Bey diesem Niederschlage bemerket man kein Aufbrausen, und keine Erzeugung von Luftarten, auch ist der Metallniederschlag völlig regulinisch. Der Grund hiervon liegt schon in dem vorhin Gesagten: denn wenn das in eine metallische Auflösung gebrachte Metall dem Aufgelösten den Sauerstoff entziehet, und sich damit säuert, so kann weder eine Zersetzung der Säure noch des Wassers, welches mit der Säure verbunden ist, Statt finden, folglich kann auch keine Entwickelung irgend einer Luftart vor sich gehen. Ist ferner die Menge des in die Auflösung gebrachten Metalls so groß, daß selbiges sich mit allem Sauerstoff des aufgelösten Metalls verbinden kann, so kann auch der Niederschlag kein Metallkalk, sondern er muß regulinisch seyn. Nach mehreren Beobachtungen findet folgende Verwandtschaftsfolge der Metalle zum Sauerstoffe Statt: Zink (Magnesium, Kobald, Nickel), Eisen, Bley, Zinn, Kupfer, Wismuth, Spiesglanz, Arsenik, Quecksilber, Silber, Gold, Platina.

Verschiedene Metalle geben bey ihrer Niederschlagung aus den Säuren durch andere regulinische Metalle krystallische Anschüsse von verschiedenen Gestalten und Formen, welche man **künstliche Vegetationen** und **Metallbäumchen** (vegetationes metallicae) nennt. M. s. Dianenbaum.

In

In Absicht des specifischen Gewichtes folgen die Metalle vom schwersten an gerechnet so auf einander: Platina, Gold, Queckfilber, Bley, Silber, Wismuth, Nickel, Kupfer, Arsenik, Eisen, Kobald, Zinn, Zink, Spiesglanz, Braunstein.

In Rücksicht des Glanzes und der Politur lassen sich zwar die Grade der verschiedenen Metalle nicht genau bestimmen; man kann sie jedoch ungefähr in folgende Ordnung stellen: Platina, Eisen oder Stahl, Silber, Quecksilber, Gold, Kupfer, Zinn und Bley.

In Ansehung der absoluten Festigkeit stehen die Metalle nach den Versuchen **Musschenbroek's** in folgender Ordnung: Eisen, Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Wismuth, Zink, Spiesglanz, Bley; nach den Versuchen des **Grafen von Sickingen** aber: Eisen, Kupfer, Platina, Silber, Gold.

In Rücksicht der Schmelzbarkeit stehen sie in folgender Ordnung: Zinn, Bley, Silber, Gold, Kupfer, Eisen, Platina.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 2133 f. dessen Grundriß der Naturlehre. 3te Aufl. Halle 1797. 8. §. 1067 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie Berlin 1795. 8. S. 260 u. f.

Metallreiz s. **Elektricität, thierische.**

Metallthermometer s. **Pyrometer, Thermometer.**

Metallurgie, Hüttenwissenschaft (metallurgia, métallurgie) ist derjenige Theil der angewandten Chemie, welcher das Verfahren lehret, die Metalle aus ihren Erzen und Verbindungen, worin sie in der Natur vorkommen, zu scheiden, und zu Gute zu machen. Ohne Zweifel sind die Regeln der Scheidung der Metalle aus den Erzen die ersten Kenntnisse in der Chemie gewesen, weil die Metalle vor allen andern chemischen Produkten bekannt gewesen sind. Alle diese hierher gehörigen Kenntnisse aber sind erst nach

und

und nach durch Erfahrung verbessert und erweitert worden, bis sie erst in den neuern Zeiten, besonders in Schweden und Deutschland, in eine wissenschaftliche Form sind gebracht worden. Die ersten, welche die Hüttenarbeiten in Verbindung mit dem Bergbau beschrieben, waren **Johann Georg Agricola** [α]) und **Lazarus Ercker** [β]). Mit der allmähligen Erweiterung der Chemie hat auch dieser Theil eine vollkommenere Gestalt erhalten. Die vorzüglichsten und vollständigsten Schriften, welche die Metallurgie abhandeln, sind folgende: **Chph. Andr. Schlüters** gründlicher Unterricht von Hüttenwerken. Braunschw. 1738. Fol. **Johann Andr. Cramer** Anfangsgründe der Metallurgie. Blankenb. und Quedlinb. I — III. Theil 1774 — 1777. kl. Fol. Kürzere Anleitungen geben **Chph. Ehreg. Gellert** Anfangsgründe zur metallurgische Chemie. Leipz. 1755. 8. 1776. 8. *Jo. Gottsch. Wallerius* elementa metallurgiae, speciatim chemicae. Holm. 1768. 8. Deutsch. Anfangsgründe der Metallurgie, besonders der chemischen. Leipz. 1770. 8. **Joh. Ant. Scopoli** Anfangsgründe der Metallurgie. Mannheim 1789. 4. **Joh. Fr. Gmelin** chemische Grundsätze der Probir- und Schmelzkunst. Halle 1786. 8. **Karl Wilhelm Fiedler** Handbuch der Metallurgie B. I. die Probierkunst. Cassel 1797. 8.

Meteore, Lufterscheinungen (meteora, météores) sind überhaupt alle die Veränderungen, welche sich in der Atmosphäre unserer Erde beständig zutragen. Gemeiniglich theilet man sie ein in **luftige**, **wäßrige**, **feurige** und **glänzende**.

Luftige Phänomene sind die **Winde**; wäßrige der **Thau**, **Reif**, **Nebel**, die **Wolken**, der **Regen**, der **Schnee**,

α) De re metallica libri XII. Basil. 1546. fol. 1657. fol. G. Agricolæ XII. Bücher vom Bergwerk. Basel 1557. Fol. Bergwerksbuch. Basel 1621. Fol. Bergwerksbuch, verdeutscht durch *Phil. Bechium*. Frankf. 1550. Fol.

β) De re metallica. Francof. 1629. fol. aula subterranea oder Beschreibung derjenigen Sachen, so in der Tiefe der Erde wachsen. Frankf. 1694. 4. 1703. Fol. verdeutscht und verbessert durch J. E. C. 1736. Fol.

Schnee, das Glatteis, der Hagel und die Wasserhosen; zu den feurigen rechnet man den Bliz und Donner, das Wetterleuchten, das Nordlicht, die Feuerkugeln, die Sternschnuppen, die Irrwische und Irrlichter; zu den glänzenden endlich gehören der Regenbogen, die Höfe, die Nebensonnen und Nebenmonde. Von allen diesen Erscheinungen handeln eigene Artikel.

Meteorologie, Witterungslehre) meteorologia, météorologie) ist die Lehre von den Veränderungen, welche in der Atmosphäre unserer Erde vorgehen. Die Veränderungen in unserer Atmosphäre mögen durch Ursachen erfolgen, durch welche man will, so sind doch chemische Operationen, welche die Natur in selbiger bewirket, unverkennbar. Durch Einwirkung der Wärme und des Lichtes müssen nothwendig die im Luftkreise befindlichen fremdartigen Stoffe andere und andere Verbindungen eingehen, welche durch uns noch unbekannte Prozesse neue Produkte erzeugen, und so den Zustand der Atmosphäre beständig verändern. Eben durch die verschiedene Einwirkung der Wärme entstehet Veränderung in der Dichtigkeit, Feuchtigkeit, Trockenheit u. s. f. derselben. Um die Größen und Veränderungen aller dieser Zustände der Luft zu bestimmen, hat man Instrumente, wie das Barometer, Thermometer, Hygrometer, Eudiometer u. s. f. erfunden, welche man unter dem gemeinschaftlichen Nahmen **meteoroskopischer** oder **meteorologischer Werkzeuge** begreift, so wie auch die damit angestellten Beobachtungen **meteorologische** genannt werden. Die meteorologischen Beobachtungen zeigen also, daß Veränderungen im Zustande der Luft vorgegangen seyn müssen, wenn die dazu beabsichtigten Werkzeuge Veränderungen erleiden; allein aus selbigen läßt sich noch keinesweges auf die Art und Weise schließen, wie hierbey die Natur operiret habe. Die veränderten Wirkungen nehmen wir wahr, aber die Prozesse, welche die Natur dabey gebrauchet, sind uns noch unbekannt, ob man gleich in den

neuern Zeiten die meteorologischen Werkzeuge zu einem höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen gesuchet, und die meteorologischen Beobachtungen mit neuern Versuchen oft sehr glücklich verglichen hat.

In den ältern Zeiten bestand die Meteorologie bloß aus einigen auf angebliche Erfahrung gegründeten Regeln, wovon die meisten auf Aberglauben sich gründeten, und oft mit sinnlichen Erklärungen der Ursachen vermengt waren. In dem mittlern Zeitalter verband man diese Lehre sogar mit der so beliebten Astrologie. Man glaubte, daß nicht allein Sonne und Mond, sondern auch alle übrige Sterne einen unmittelbaren Einfluß auf die Witterung hätten, und suchte aus den Stellungen derselben Vorhersagungen der Witterung abzuleiten, woraus ein eigener Zweig der Astrologie entsprungen ist. Beyspiele von solchen alten Witterungsregeln findet man noch in einem zu Berlin im Jahre 1733. 8. herausgekommenen Haus- und Reise-Kalender. Jedoch kann man einigen Regeln die Zuverlässigkeit nicht absprechen. Denn unstreitig liegen zu Vorhersagung der Witterung Merkmahle in den Dünsten, dem äußern Ansehen der Gestirne, den Winden und in andern Erscheinungen an menschlichen Körpern, Thieren und Pflanzen. Herr Sennebier [a]) hat diese Merkmahle in einer guten Ordnung zusammengestellet.

Nachdem das Barometer entdecket, und es außer Zweifel gesetzet wurde, daß der Druck der Luft die Barometersäule erhalte, so glaubte man selbst ein Werkzeug gefunden zu haben, welches die Veränderung der Luft in Ansehung der Witterung anzeige, und eben diese Muthmaßung verursachte, daß das Barometer den Nahmen des **Wetterglases** erhielt, und allgemein bekannt wurde. Außerdem gab

[a]) Allgemeine Grundsätze, die Witterung ohne Instrumente vorher zu bestimmen, aus dem Journal des scienc. vtiles; im gothaisch. Magazin für das Neueste a. d. Physik und Naturgesch. B. VIII. St. 2. S. 1. — 36.

gab diese Vermuthung zu einer Menge von Hypothesen über den Zusammenhang der Witterung mit der Dichtigkeit und Elasticität der Luft, und über die Ursache des Steigens und Fallens des Barometers, Veranlassung. M. s. **Barometerveränderungen.** Man bemerkte aber bald, daß alle diese Hypothesen keinesweges zureichend waren, die Sache gehörig ins Licht zu setzen, vielmehr fand man nach und nach durch genauere Untersuchungen, daß man auf weit mehrere Umstände in der Luft, als auf die Dichtigkeit derselben, zu sehen habe, ehe man zur richtigen Erklärung der Witterung gelangen könne.

Cartesius [α]) suchte die Meteore auf eine bloß mechanische Art, **Stahl** [β]) hingegen chemisch zu erklären. Ueberhaupt ist die Anzahl der hierüber entworfenen Hypothesen sehr groß, wovon man die Geschichte beym Abbé **Richard** [γ]) findet. Ein weit größeres Licht aber erhielt die Meteorologie durch die vielfältigen und mit aller Sorgfallt angestellten Beobachtungen der Herrn **de Saussüre** [δ]) und **de Lüc** [ε]). Hierdurch entstand aber unter den Physikern, vorzüglich in Absicht der wässerigen Meteore, eine getheilte Meinung; einige glaubten nämlich mit **le Roy**, daß die Ausdünstung eine wahre Auflösung des Wassers in Luft sey; andere aber nahmen mit **de Lüc** an, daß die Ausdünstung eine bloße Verdampfung sey, und suchten die meisten Phänomene durch Niederschlag des von dem Wärmestoffe bewirkten Dampfes zu erklären; den Regen hingegen, welcher sich daraus nicht herleiten lasse, betrachteten sie als einen wechselseitigen Uebergang des Dampfes in Luft, und dieser wiederum in Wasser, wobey überall Verbindung mit Electricität vermuthet wurde. Was die Antiphlogistiker betrifft, so nehmen diese noch das Auflösungssystem des Herrn le

α) Meteora; in opp. philosoph. Amstel. 1685. 4. p. 153. sqq.
β) Einleitung zur Witterungsdeutung. Halle 1716. 8.
γ) Histoire naturelle de l'air et des météores à Paris. VII. Tomes 1774. gr. 12. deutsch. Frankf. 1773. 8.
δ) Essais sur l'hygrométrie. Neufchat. 1783. 8. ess. IV.
ε) Idées sur la météorologie à Lond. 1785. 8. Tom. II.

le Roy an, und verbinden hiermit die Hypothese von der Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers. Wie sie daraus die Lufterscheinungen herleiten, findet man kurz bey Girtanner [α]). Der Erklärung der Antiphlogistiker hat Herr de Lüc wichtige Zweifel entgegengesetzet. Des Herrn de Lüc sein System findet man in seinen Idées sur la météorologie und in verschiedenen an de la Metherie gerichteten Briefen, und auszugsweise beym Herrn Lampadius [β]). Selbst Herr Hofr. Lichtenberg [γ]), welcher dem neuern System das gerechte Lob nicht versaget, glaubt, daß die Vorstellung des Herrn de Lüc mit der Natur im Großen weit mehr zusammenstimme, als nach dem antiphlogistischen Systeme.

Herr Hube [δ]) hat die Meteore ebenfalls aus dem Auflösungssystem hergeleitet, jedoch nach einem eigenen Ideengange, wobey er hauptsächlich zwey Arten der Ausdünstung annimmt. M. s. Ausdünstung.

Meteorologische Beobachtungen findet man schon in großer Anzahl in den mémoires de l'Acad. des sciences de Paris, in den Philosoph. Transact. und in den Schriften mehrerer gelehrten Gesellschaften. Auch hat Horrebow [ε]) eine lange Reihe von meteorologischen Beobachtungen zu Kopenhagen mitgetheilet. Der P. Cotte [ζ]) hat die Meteorologie wissenschaftlich zu behandeln gesucht, und nachher hierzu noch neuere Beyträge [η]) geliefert. Es beruht freylich die Theorie noch auf sehr schwankenden Grundsätzen, indem aus dem bisher Gesagten hinlänglich erhellet, daß noch sehr

 viel

α) Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8.
β) Kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers. Gött. 1793. 8. S. 84 u. f.
γ) In der Vorrede zur 6ten Auflage der Erxleb. Anfangsgründe der Naturlehre.
δ) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793.
ε) Tractatus historico-meteorolog. continens obseruat. XXVI. annorum in obseruatorio Havniensi factas. Havniae 1780. 4.
ζ) Traité de météorologie à Paris 1774. 4.
η) Mémoir. sur la météorologie pour servir de suite et de supplement au traité de météorologie à Paris. 1789. Tom. I. II.

viel fehlet, um die Meteorologie auf feste Gründe zu bauen. Es bleibt daher vor allen Dingen vorjetzt nichts weiter zu thun übrig, als die Beobachtungen mit der größten Sorgfalt fortzusetzen, und sie gehörig mit einander zu vergleichen.

Um die an verschiedenen Orten der Erde angestellten Beobachtungen gegen einander halten zu können, hat zu dieser Absicht besonders der Churfürst von Pfalz-Bayern mit Beyhülfe des Abts **Hemmer** zu Manheim eine eigene, sehr weit ausgebreitete **meteorologische Gesellschaft** im Jahre 1780 errichtet. Auf Kosten dieser Gesellschaft wurden sowohl in den churfürstlichen Landen, als auch in- und außerhalb Europa genau übereinstimmende Instrumente an schickliche Orte aufgestellet, und hiermit täglich zu bestimmten Stunden Beobachtungen gemacht. Die Aufsicht über die Veranstaltung hat die meteorologische Classe der Akademie zu Manheim. Die Instrumente, welche die Gesellschaft versendet, sind ein Barometer, Thermometer mit reaum. Skale, und ein Federkielhygrometer, bisweilen auch ein branderisches Declinatorium, wovon der Gebrauch und die Behandlung in einer ausführlichen Instruktion angegeben sind. Ueberdieß wünscht die Gesellschaft, daß die Beobachter auch noch ein Luft- und Wolkenthermometer, Wind- Regen- und Ausdünstungsmesser zum Gebrauche aufstellen möchten. Die Beobachtungen werden während des Tages drey Mahl angestellet, früh um 7 Uhr, Nachmittags um 2 Uhr und Abends um 9 Uhr, mit vorgeschriebenen gut gewählten Bezeichnungen der begleitenden Umstände in Tafeln eingetragen. Von den eingesendeten Beobachtungen sind nun bereits verschiedene Jahrgänge erschienen [α]), welchen zugleich gute Bemerkungen und Abhandlungen beygefüget sind. Auch hat der Abt **Hemmer** [β]) die gebrauchten Werkzeuge selbst beschrieben.

Herr

α) Ephemerides societatis meteorologicae Palatinae. Historia et obseruat. Manhem. 1783. — 1794. 4. maj.

β) Descriptio instrumentorum societatis meteorologicae Palat. Manh. 1782. 4.

Herr **Toaldo** a) hat endlich versuchet, ein eigenes System über die Witterungslehre aus 50 jährigen zu Padua angestellten Beobachtungen zu errichten. Bey der sehr vermehrten französischen Uebersetzung dieses Werkes ist in der zweyten Ausgabe zugleich die Uebersetzung der phaenomenorum des Arati beygefüget worden. Ein Auszug daraus findet sich im gothaischen Magazin b), aus dem Journal des scienc. vtiles genommen, wovon das Wesentlichste folgendes ist:

Nach den Erfahrungen des **Toaldo** können Elasticität der Luft und Verschiedenheit ihrer Mischung in dem Allgemeinen durch die beiden Himmelskörper, die Sonne und den Mond, bestimmten Gange der Witterung nur geringe und lokale Abänderungen hervorbringen. Er will nämlich gefunden haben, daß gutes und schlimmes Wetter vornehmlich durch den Stand des Mondes gegen die Sonne und der Erde bestimmt werde, und die Veränderungen desselben mit den merkwürdigsten Stellen des Mondes, die er **Mondspunkte** nennt, zusammentreffen. Auch wäre es bekannt genug, daß alle Versuche, die Witterung aus der Theorie der Atmosphäre zu erklären, bisher ganz fruchtlos gewesen wären.

Toaldo unterscheidet zehnerley Stellungen des Mondes, wovon jede im Stande ist, in der Atmosphäre eine merkliche Wirkung hervorzubringen. Vier davon sind Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letztes Viertel; zwey andere Erdnähe und Erdferne; und endlich noch 4 andere, nördlicher und südlicher Durchgang des Mondes durch den Aequator, und nördliche und südliche Mondswende, oder größte Abweichung des Mondes vom Aequator. Die vier ersten hängen von dem synodischen, die beiden andern von dem anomalistischen und die vier letztern von dem periodischen

a) Della vera influenza degli astri nelle stagioni e mutazioni del tempo, saggio meteorologico di *Giuseppe Toaldo*. in Padova 1770. 4. maj.

b) B. VII. H. 4. S. 148 ff.

Monate ab. Durch die ungleiche Dauer dieser dreyerley Monate wird verursachet, daß die nämliche Stellung des Mondes gegen die Sonne und der Erde erst nach einer langen Reihe von Jahren wiederkehret. Das Zusammentreffen dieser Monatspunkte in der Verbindung mit der weit regelmäßigern Wirkung der Sonne in jeder Jahreszeit verursachet eigentlich die Veränderungen des Wetters.

Jeder Mondspunkt ändert den Zustand des Himmels, welcher durch einen vorhergegangenen verursachet worden, und es ist selten, daß sich eine Veränderung des Wetters ohne einen eintreffenden Mondspunkt ereignet.

Die Wirkungen werden durchs Zusammentreffen mehrerer Mondspunkte, welche sich wegen der ungleichen Dauer ihrer Perioden oft combiniren, verstärkt; den meisten Erfolg hat besonders die Verbindung der Syzygien (vorzüglich des Vollmonds) mit der Erdnähe und hiernächst mit der Erdferne. Durch das Zusammentreffen dieser Punkte wird gewöhnlich Sturm oder Regenwetter verursachet, welche desto heftiger werden, je näher die vereinigten Punkte dem Durchgange des Mondes durch den Aequator sind, besonders in den Monaten März und September.

Die Neumonde, welche die Witterung nicht ändern, sind diejenigen, welche weit von den Apsiden einfallen.

Ob es gleich richtig ist, daß jeder Mondspunkt den Zustand des Himmels, welcher von dem vorhergehenden bewirket worden, ändert, so bemerket man doch, daß manche Mondspunkte zum guten und andere zum schlechten Wetter geneigt sind. Die zur letztern Classe gehörigen sind die Erdnähe, Neu- und Vollmond, Durchgänge durch den Aequator nebst der nördlichen Mondswende. Die zur ersten Classe gehörigen aber die Erdferne, Quadraturen und die südlichen Mondswenden.

Selten ereignet sich ein Wechsel der Witterung an dem Tage des Mondspunktes selbst, sondern er geht entweder vor demselben her, oder folget ihm nach. Man bemerket, daß die von den Mondspunkten bewirkten Veränderungen

in den sechs Wintermonaten voreilen, und in den sechs Sommermonaten hinten nach kommen.

Außer den Mondspunkten muß man auch noch auf die vierten Tage vor dem Neu- und Vollmond, die man die **Octanten** nennt, mit Rücksicht nehmen. Um diese Zeit nämlich läßt sich das Wetter zur Veränderung an, und man kann an demselben schon sehen, was bey dem nächsten Mondspunkte selbst erfolgen wird. Man gibt an diesem Tage Acht, ob die Mondshörner klar und nett abgeschnitten sind, denn in solchem Falle hat man auf gutes Wetter zu rechnen; sind sie aber trübe, und nicht scharf begrenzt, so ist es ein Zeichen, daß schlecht Wetter einfallen werde. Schon **Virgil** *) nennt diesen vierten Tag einen sehr sichern Propheten.

Wenn die Witterung am vierten fünften und sechsten Tage des Mondes unverändert bleibt, so kann man vermuthen, daß sie sich so fort bis zum Vollmonde, ja zuweilen gar bis zum nächsten Neumonde erhalten werde; und in diesem Falle haben die Mondspunkte nur wenig Wirkung.

Selbst die Stunden, in welchen sich die Witterung ändert, scheinen von den Stellungen des Mondes gegen den Horizont abzuhangen, welche **Toaldo** die **Winkel des Mondes** nennt. Bey dem Auf- und Untergange des Mondes schickt sich die Zeit zum Regen, bey den Durchgängen durch den Mittagskreis aber zum guten Wetter an. Man wird an den regnigen Tagen bemerken, daß ungefähr zu den Zeiten, wo der Mond durch den Mittagskreis gehet, das schlimme Wetter alle Mahl ein wenig unterbrochen wird. Man muß jedoch eine Ausnahme von dieser Regel machen, so oft die Winkel des Mondes nicht mit denen der Sonne zusammenstimmen. Da man diese Beobachtungen mittelst der astronomischen Tafeln, in welchen sich die Mond- und Sonnenwinkel aufgezeichnet finden, sehr leicht anstellen kann, so sind sie sehr geschickt, die Wahrheit des Systems zu prüfen.

Es regnet auch mehr am Tage, als des Nachts, und öfter des Abends als des Morgens.

*) Georg. I. v. 431. sqq.

Die schlimmsten Jahreszeiten ereignen sich, wenn die Apsiden des Mondes in die vier Cardinalpunkte des Thierkreises fallen, hingegen sind diejenigen Jahre, da die Apsiden in den Zeichen des Stiers, des Löwen, der Jungfrau und des Wassermanns sich befinden, gut und gemäßigt. Hiernach müssen sich also die 18ten Jahre ähnlich seyn; jedoch trifft dieß wegen der verschiedenen Umläufe der Mondspunkte nicht in aller Strenge ein. Das 54ste Jahr aber muß dem ersten mehr, als alle übrige, gleichen, weil sich nach dieser Periode alle Mondspunkte wieder in den nämlichen Stellen befinden. Die Menge des Regens ist in 9 auf einander folgenden Jahren beynahe derjenigen gleich, welche sich in den nächstfolgenden 9 Jahren findet; dieß ist jedoch eben nicht der Fall, wenn man die Regenmenge von 6, 8 oder 10 Jahren auf ähnliche Weise vergleichet.

Endlich bemerket **Toaldo** noch, daß sein System nur für die Erde im Ganzen Statt finde, und in besondern Gegenden vielfältige und durch lokale Beobachtungen zu bestimmende Ausnahmen leide.

Herr **Ströwe** *) kam auf die Vermuthung, daß sich vielleicht an den Tagen, an welchen drey Himmelskörper fast in einer geraden Linie zu stehen kommen, merkwürdige Himmelsbegebenheiten ereignen würden. Veranlassung zu dieser Vermuthung gaben ihm Erfahrungen aus den berliner Zeitungen von 1780 bis 1786. gesammelt, nach welchen Veränderungen in der Atmosphäre auf solche Tage, aber nicht alle Mahl, bisweilen auch ein oder zwey Tage später gefallen sind.

Ob es gleich gewiß ist, daß bey dergleichen merkwürdigen Stellungen der Himmelskörper gegen einander oft Veränderungen in der Atmosphäre vorgehen, und dieß auch selbst von den Alten sehr vielfältig ist bemerket worden, so hat man sich doch sehr zu hüten, die ganze Meteorologie darauf zu gründen. Es gibt auch Beyspiele genug, daß außer

*) Anzeige einer allgemein interessanten physikalischen Entdeckung. Berlin 1791. gr. 8.

außer diesen besondern Stellungen der Himmelskörper gegen einander Witterungsveränderungen in der Atmosphäre erfolgen, wobey freylich die Einwirkung der Sonnenwärme auf keine Weise zu verkennen ist. Denn sobald wir annehmen, daß in der Atmosphäre Auflösungen, Zersetzungen und Niederschläge erfolgen, so muß nothwendig vor allen diesen Zurückstoßung der sich zu neuen Körperarten verbindeten Theile vorausgehen.

Métre. Diesen Nahmen führet das von der französischen Nationalconvention im Jahre 1793 eingeführte Maß, dessen Länge auf ein Zehnmilliontheilchen des Quadranten vom Meridiane der Erdkugel gesetzet werden.

Man hat seit mehreren Jahrhunderten beständig daran gearbeitet, ein ganz allgemeines Maß einzuführen. Allein es schienen hierzu theils verschiedene Umstände nicht günstig, theils aber auch die zum allgemeinen Maße vorgeschlagenen Längen nicht allenthalben anwendbar zu seyn. Bey Gelegenheit der so bekannten französischen Revolution hat auch diese so erfinderische Nation dem längst gewünschten Zwecke der Einführung eines allgemeinen Maßes näher zu kommen gesuchet. Zu diesem Ende wurde mit vielen Kosten eine neue Vermessung von 12 Meridiangraden zwischen Barcellona und Dünkirchen durch **Mechain, de Lambre** und **de Borda** und andere Mathematiker veranstaltet, und diese mit äußerst genauen Versuchen verbunden, welche **Cassini** und **de Borda** über die Länge des Sekundenpendels anstellten. Aus diesen Messungen wurde die Länge des 45sten Grades im Mittagskreise von Paris auf 57027 Toisen berechnet. Multipliciret man also diese Zahl, als die mittlere Größe eines Grades mit 90, so hält der

Quadrant vom Meridiane = 5132430 Toisen.

Dieß ist die Fundamentaleinheit in ältern Maßen ausgedrückt, nach der eisernen Toise der Akademie bey der Temperatur von 13° nach Reaum.

Zugleich soll durchaus das Decimalsystem beybehalten, mithin der Quadrant in 100 Grad, der Grad in 100 Mi-

nuten u. s. f. getheilet werden. Diesem Zufolge wird nach dem alten Systeme

Der Decimalgrad vom Meridian = 51324,3 Toisen

Die Minute = 513,243 Toisen

Das Mètre = 3 Fuß 0 Zoll 11,44 Linien = 0,513243 Toisen.

$\frac{1}{10}$ das Decimètre = 3 Zoll 8 Linien 4 points

$\frac{1}{100}$ das Centimètre = 4 Linien 5 points

$\frac{1}{1000}$ das Millimètre = $5\frac{1}{3}$ points.

Ein Decamètre = 10 Mètres.

Ein Kylomètre, Myriamètre sind Meilenmaße, jenes von 1000, dieses von 10000 Mètres; ersteres etwa eine kleine Viertel Lieue, das zweyte zwey mittlere Lieues oder eine Post.

Zehn Myriamètres machen den hundertsten Theil des Quadranten des Meridians aus.

Aus dem Mètre und seinen Theilen entspringen auch alle übrige Arten von Maßen, wie Feldmaße, Körpermaße, Maße für Flüssigkeiten, fürs Getreide, selbst die Größen für Gewichte und Münzen.

Zur Einheit des Flächenmaßes ist ein Quadrat, dessen Seite 100 Mètres hält, unter dem Nahmen *Are* angenommen worden. Der zehnte Theil von dießem Maße heißt Declare, der hundertste Centlare. Hundert Ares machen ein Hectare aus.

Das Cubische Mètre empfängt den Nahmen von Stère, wenn es zum Maße vom Brennholz angewendet wird.

Ein cubisches Gefäß, dessen Seitenlinie einem Decimètre gleich ist (oder ein cylindrisches Gefäß von gleichem Inhalte) heißt Litre. Es enthält etwa 2 Pfund Wasser oder 25 Unzen Getreide. Man hat es zur Einheit der Maße der Capacität gemacht. Das Decalitre hat 10 Litres, das Hectolitre 100 Litres. Der Inbegriff von 1000 Litres ist einem Cubik-mètre gleich.

In Ansehung des Gewichtes hat man zur Basis die Quantität destillirten Wassers genommen, welches in einem cubischen

cubischen Gefäße enthalten ist, dessen Seitenlinie gleich dem hundertsten Theile des Mètre ist. Dieß Wasser im leeren Raume und bey der Temperatur des thauenden Eises gewogen, wiegt 18,841 Grän. Dieses Gewicht hat den Nahmen Gramme erhalten, und werden daraus durch Multiplikation und Division alle größere und kleinere Gewichte gemacht. So ist z. B. das Decagramme gleich $2\frac{2}{3}$ Quent. Das Hectogramme $3\frac{1}{4}$ Unze, das Kylogramme 2 Pfund 5 Quent. 49 Gr. Das Myriagramme $20\frac{1}{2}$ Pfund. Ferner das Decigramme ist nahe 2 Grän, das Centigramme $\frac{1}{5}$ Grän, das Milligramme $\frac{1}{50}$ Grän.

Einen eigenen Aufsatz über das neueste System der Maße und Gewichte der französischen Republik nebst Tabellen zur leichten und bequemen Uebersicht, und Vergleichung derselben mit den ehemahls gebräuchlichen, hat Herr **Coquebert** *) geliefert.

Ob es gleich an sich gewiß ist, daß die Einführung dieses neuen Maßes weiter von keiner großen Erheblichkeit ist, da man das alte längst allgemein bekannte weit vortheilhafter hätte beybehalten können, und man überdem dieses noch kennen muß, um das neue erst zu verstehen, so ist es doch nöthig, sich damit bekannt zu machen, weil sich jetzt die mathematischen und physikalischen und chemischen Schriftsteller Frankreichs dieser neuen Maße und Gewichte bedienen.

Mikroelektrometer s. Condensator der Elektricität.

Mikrometer (micrometra, micromètres) sind Werkzeuge, kleine Größen damit zu messen. Sie werden gemeiniglich bey Fernröhren und Mikroskopen angebracht, um die Größe des Bildes zu messen, welches durch das letzte Augenglas betrachtet wird. Es läßt sich nämlich alsdann aus dieser Größe die Größe des Sehewinkels finden, wenn vorher die Größe eines andern Bildes und des ihm zugehörigen Sehewinkels wirklich ist gemessen worden. Es ist daher das Mikrometer geschickt, sehr kleine Sehewinkel

zu

*) In Grens neuem Journale der Physik B. III. S. 424 u. f. aus dem Journal des mines No. XIV. S. 73 f. übersetzt.

zu messen, und sie mit einander zu vergleichen, als z. B. scheinbare Durchmesser der Himmelskörper und überhaupt alle kleine Entfernungen zweyer bestimmten Punkte von einander u. s. f.

Der erste, welcher darauf verfiel, das Bild im Brennpunkte des Objektivglases eines astronomischen Fernrohrs durch die Bewegung zwey metallener Platten mit sehr scharfen Ecken zu messen, war **Gascoigne** um das Jahr 1640, wovon **Townley** Nachricht ertheilet [α]). **Huygens** [β]) bediente sich, um die Durchmesser der Planeten, oder sonst kleine Winkel zu messen, folgenden Verfahrens: er nahm einige lange und dünne Messingplatten von verschiedenen Breiten mit allmählig zusammenlaufenden Seiten, und schob eine davon durch zwey Einschnitte im Fernrohre dem Orte des Bildes gerade zur Seite, und beobachtete, an welcher Stelle sie den Planeten oder die Entfernung, die er messen wollte, genau bedeckte. Der Marchese **Malvasia** bediente sich, wie aus seinen zu Modena 1662 gedruckten Ephemeriden erhellet, eines Gitters von Silberdraht, welches im Brennpunkte des Objektiv- und Augenglases angebracht war, um kleine Entfernungen der Fixsterne und die Durchmesser der Planeten zu messen. Er ließ einen dem Aequator nahen Stern längs einem der Fäden des Netzes sich bewegen, zählte nach einer Sekundenuhr die Zeit, welche auf dem Wege desselben von einem Faden zum andern verfloß, daraus er die Entfernung der Fäden in Minuten und Sekunden eines Grades ausgedrückt erhielt. Im Jahre 1666 gaben **Auzout** und **Picard** in einem Briefe an Oldenburgh ein Mikrometer aus zwey seidenen Fäden an, wovon der eine unbeweglich, der andere aber in einen Rahmen gespannt war, welchen man mittelst einer Schraube vor- und rückwärts bewegen konnte [γ]). Unter

α) Philosoph. transact. No. 25. p. 457.
β) Systema saturnium. Hag. Com. 1659. 4.
γ) *De la Hire*; in mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1717. p. 72. sq.

ter **Hevels** nachgelassenen Instrumenten fand **Hecker** in Danzig [α]) ein Mikrometer, das aus parallelen Fäden bestand, deren Weiten sich vermittelst Schrauben ändern ließen, so daß man das zu messende Bild zwischen sie fassen konnte. Auch **Römers** Mikrometer, welches **Horrebow** [β]) beschreibet, und welches der Erfinder schon um 1676 angeführet hat, bestehet aus parallelen Fäden. **Römer** meldet zugleich, daß er dieses Mikrometer zugleich mit **Picard** auf der pariser Sternwarte gebrauchet habe. Daher glaubt auch **Horrebow**, daß **de la Hire**, welcher bloß **Auzout** und **Picard** als Erfinder desselben anführet, **Römers** Nahmen mit Vorsatz verschwiegen habe. Das Mikrometer mit parallelen Fäden ist nachher in der praktischen Astronomie sehr gebrauchet worden. Beym **Smith** [γ]) ist es mit einigen dabey angebrachten Verbesserungen umständlich beschrieben.

Der berliner Astronom, **Gottfried Kirch** [δ]), hat 1679 ein sehr einfaches und wohlfeiles Mikrometer erfunden, und zuerst im Jahre 1696 bekannt gemacht. Es ist dieses Mikrometer unter dem Nahmen **Schraubenmikrometer** bekannt, und in der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts allgemein gebraucht worden. Entfernungen der Sterne von einander zu messen, zieht es **Euler** [ε]) allen andern vor. Es besteht aus einem messingenen Ringe (fig. 102.), welcher an der Stelle des Brennpunktes der Gläser um das Fernrohr geleget wird, und welcher zwey diametral entgegengesetzte Mutterschrauben besitzet, in welche die Schrauben ce und df passen, die so weit hineingeschraubet werden können, daß ihre Enden e und f im Mittelpunkte des Gesichtsfeldes zusammenkommen. Die beiden runden Scheiben a und b enthalten Kreise mit Theilungen, und die Handhaben c und d können durch ihre Richtung die Stelle der

α) Acta erudit. Lipf. 1708. Mart.

β) Basis astron. cap. 13.

γ) Lehrbegriff der Optik, durch Kästner, Buch III. Cap. 8. §. 135 f.

δ) Miscell. Berolinens. p. 201. fqq.

ε) Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1748. p. 121.

der Zeiger vertreten. Wenn man nun durch das Fernrohr eine kleine Entfernung betrachtet, so kann man die beiden Schrauben ce und df so weit zusammenschrauben, daß ihre Enden e und f das Bild der Entfernung zwischen sich enthalten. Hierauf werden e und f ganz zusammen geschraubet, und die dazu nöthigen Umdrehungen gezählet, wobey die Handhaben c und d durch ihre Richtung gegen die Scheiben a und b noch halbe, Viertel -, Achtel-Umdrehungen u. s. f. angeben. Auf diese Art weiß man die Größe des Bildes in Umdrehungen der Schraube. Was nun den Werth eines Schraubenganges betrifft, so ließe sich zwar dieser aus der Brennweite des Objektivglases und der Weite der Schraubengänge durch Rechnung finden; allein es ist weit sicherer ihn durch Erfahrung zu bestimmen. Hierzu sind aber bekannte Entfernungen zweyer festen Punkte am Himmel, oder die Zeit, welche ein Fixstern gebrauchet, um durch die tägliche Bewegung von einer Schraube zur andern geführet zu werden, oder auch nur scheinbare Größen irgend eines Gegenstandes auf der Erde, dessen Entfernung bekannt ist, nöthig. Wäre die scheinbare Größe eines irdischen Gegenstandes = φ Sekunden, seine Entfernung = β, die Brennweite des Objektivs = λ, und die Zahl der Umdrehungen für das Bild dieses Gegenstandes = γ, so ist nach Herrn **Kästner** *) der Werth einer Umdrehung $= \frac{\varphi \times \beta}{(\beta - \lambda)\gamma}$ Sekunden. Dieser Werth einer jeden Umdrehung ist zwar etwas zu klein, aber der Fehler ist unbeträchtlich, wenn nur die Entfernung des irdischen Gegenstandes sehr groß ist.

Dieses kirchische Mikrometer konnte nur gebrauchet werden, eine einzige Linie auf ein Mahl zu messen, nicht aber Unterschiede der Rectascensionen und Deklinationen zweyer Sterne zugleich, wie doch oft nöthig ist. Hierzu erfand **Cassini** das **astronomische Fadennetz** von 45°, das

*) Astronomische Abhandlungen. Sammlung 2. S. 319 u. f.

das Zanotti [α]) zuerst beschrieben hat. **Bradley** brachte an selbigem Verbesserungen an, und entdeckte das **rautenförmige Fadennetz**. M. s. **Fernrohr** (Th. II. S. 417.). Man bringt das Sternrohr in diese Lage, daß der Faden (fig. 103.) ab mit dem Parallelkreise eines Sternes in seiner täglichen Bewegung zusammenfällt. Bey einem Planeten erhält das Fernrohr besonders diese Stellung, daß der unterste Rand am Faden ab wegstreicht. Man bemerket alsdann nach einer guten Uhr die Zeit, welche verfließt, wenn der eine Rand des Planeten den Stundenfaden de berühret, bis er durch selbigen hindurchgegangen ist, und der entgegengesetzte Rand selbigen verläßt. Ist alsdann nur die Deklination des Planeten bekannt, so läßt sich der scheinbare Durchmesser desselben finden.

Auch hat man Mikrometer aus unbeweglichen parallelen Linien oder Gittern, welche nicht allein in Fernröhren, sondern auch in Vergrößerungsgläsern zu Abmessungen kleiner Größen vortheilhaft gebrauchet werden. So brachte **Römer** ein Fadengitter aus seidenen Fäden wegen des veränderlichen Monddurchmessers in ein Fernrohr mit zwey Objektivgläsern, deren Entfernung von einander so abgeändert werden konnte, daß das Bild des Mondes jederzeit den Raum des Gesichtsfeldes genau ausfüllte. Eine gleiche Methode gibt auch **de la Hire** [β]) an, räth aber dabey an, statt der seidenen Fäden lieber die Linien des Gitters mit dem Demant in ein ebenes Glas zu schneiden. **Tobias Mayer** [γ]) that den Vorschlag, ein Glas mit Tusche zu überstreichen, und mit einer Feder so viel davon wegzunehmen, daß parallele Linien stehen bleiben. **Brander** in Augsburg verfertigte Mikrometer dieser Art in großer Vollkommenheit; er schnitt mittelst eines Demants Linien so fein ins Glas, daß sie kaum $\frac{1}{200}$ einer Linie breit wurden, und ihre

α) La Cometa dell. anno 1749. observata nella specula di Bologna.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1701.
γ) Kosmographische Nachrichten und Sammlung. Wien und Nürnberg 1750. 4.

ihre Entfernungen von einander $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{20}$ einer Linie betrugen. Statt des Glases schlägt **Cavallo** [α]) ein dünnes und durchsichtiges Stück Perlmutter vor, das fein getheilet und im Brennpunkte des Objektivglases befestiget werde. Herr **Schröter** [β]) gibt ein **Scheiben-Lampenmikrometer** an, wodurch man mittelst erleuchteter Papierscheiben, welche man mit dem einen bloßen Auge betrachtet, indem man mit dem andern Auge durchs Fernrohr sieht, den Durchmesser einer Planetenscheibe und die Lage eines Punktes in selbiger bestimmen kann. Wie der leere Kreis als Mikrometer zu gebrauchen sey, lehret zuerst eine Dissertation der Jesuiten in Rom [γ]). Auch handelt **de la Lande** [δ]) hiervon.

Der Herr **von Segner** [ε]) hat ein Mittel zur Vergrößerung des Gesichtsfeldes an den Mikrometern vorgeschlagen, indem er nämlich das Augenglas beweglich machet, oder mehrere Augengläser neben einander stellet. Eben diese Absicht hat auch **Helfenzrieder** [ζ]) zu Ingolstadt gehabt. Er ordnet nämlich in zwey Reihen 32 Oculare oder Fensterchen, und gebrauchet zum Mikrometer ein Gitter aus feinen Silberfäden, über welches sich ein beweglicher Faden durch eine Schraube führen läßt. Ein jedes Ocular in diesem Werkzeuge zeigt eine andere Stelle des Himmels, und alle zusammen fassen einen Raum von mehreren Graden.

Will man die Mikrometer der Fernröhre bey Nachtzeit gebrauchen, so müssen sie erleuchtet werden. Gewöhnlich geschieht dieß auf folgende Art: man stelle eine weiße Pappe schief vor das Objektivglas, welche durch ein gegen über hängen-

α) Philosoph. transact. Vol. LXXXI. P. II.

β) Beytrag zu den neueßten astronomischen Entdeckungen Berlin 1788. 8. auch im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. V. St. 4. S. 77 f.

γ) De nouo telescopii vsu ad objecta coelestia determinanda 1739. in act. eruditor. Lips. Mart. 1740. p. 158.

δ) Astronomie 2 de edit. §. 2510.

ε) Commentat. societ. Goetting. Vol. I. p. 27.

ζ) Tubus astronomicus amplissimi campi cum micrometro suo et fenestellis ocularibus. Ingolst. 1773. 4.

hängendes Licht in einer Laterne erleuchtet wird, und welche in der Mitte ein Loch besitzet, durch das man den Himmel betrachten kann. Noch besser aber würde es seyn, wenn die Seiten des Fernrohres zwischen dem Mikrometer und dem Okularglase geöffnet, und mit beweglichen Spiegeln versehen würden, durch welche die Fäden auf beiden Seiten vermittelst Lampen sich erleuchten lassen. Uebrigens läßt sich auch hierbey die Einrichtung noch so treffen, daß das Auge durch Blendungen vollig im Dunkeln bleibt, und die Fäden des Mikrometers nur Licht erhalten.

Auch bey Mikroskopen lassen sich solche Veranstaltungen treffen. Da aber hier nahe Gegenstände betrachtet werden, so braucht man nicht, wie bey der Betrachtung des Himmels, auf die Größe des Sehewinkels allein zu sehen. Man kann sogleich auf die wirkliche Größe des Gegenstandes schließen. Daher auch solche Vorrichtungen von einigen Neuern **Megalometer** genannt, und von den Mikrometern, durch welche man allein die Sehewinkel bestimmt, unterschieden werden.

Leeuwenhoek pflegte, um die Größe kleiner Gegenstände zu schätzen, sie mit Sandkörnern zu vergleichen, deren 100 an einander geleget einen Zoll ausmachten. Die Körner legte er bey einen Gegenstand, um sie mit diesem zu gleicher Zeit zu betrachten. D. **Jurin** wand einen feinen Silberdraht so dicht als möglich um eine Stecknadel, und zählte die Umwindungen in der Länge eines Zolles; hiernächst schnitt er den Draht in kleine Stückchen, und streuete dieselben auf den Teller, auf welchem der zu betrachtende Gegenstand lag, um ihr Bild nach dem Augenmaße mit dem Bilde des Gegenstandes zu vergleichen.

D. **Hook** pflegte mit dem einen Auge durchs Vergrößerungsglas Gegenstände zu betrachten, indem er zu gleicher Zeit mit dem andern Auge allein gleich weit entfernte Sachen von bekannter Größe betrachtete. Dadurch war er zwar im Stande die Vergrößerung des Gegenstandes zu erfahren, nicht aber die Größe selbst.

Martin schlägt bey Mikroskopen ein Mikrometer, wie es bey Fernröhren gebrauchet wird, vor. Es sollen nämlich auf Glas mit einer feinen Diamantspitze eine gewisse Anzahl paralleler Linien $\frac{1}{40}$ Zoll von einander gezogen werden. Dieß gegitterte Glas wird in dem Orte des Bildes angebracht. **Brander** machte von den zwey zusammengesetzten Mikroskopen, welche er beschrieben hat, das eine mit einem Gitter- und das andere mit einem Schraubenmikrometer. Sollen dadurch die Größe der Gegenstände bestimmt werden, so muß der Werth der Gitterfächer oder die Umdrehungen der Schrauben im wahren Maße und die Vergrößerung des Mikroskops bekannt seyn. Da sich nun die letztere bey jeder veränderten Stellung des Mikroskops ändert, so muß sie auch für eine jede Stellung besonders bestimmt werden.

Herr **Beseke** *) in Mietau gebrauchet zum Megalometer eine Fläche von sechs Zoll Länge und fünf Zoll Breite, welche nach dem Decimalmaße in Quadratzolle und Quadratlinien eingetheilt ist, und deren verschiedene Maße durch die Stärke der Theilstriche sich unterscheiden. Diese Fläche bringt man in einerley Horizontalebene mit dem Gegenstande. Der Gegenstand wird mit dem linken Auge durchs Mikroskop, und die getheilte Fläche mit dem rechten Auge allein betrachtet. Auf diese Weise läßt sich das vergrößerte Bild mit den Zollen und Linien der Theilung vergleichen, auch im nöthigen Falle, wenn etwa die Linien nicht gut abgezählet werden können, mit dem Zirkel messen, und die Zahl der Linien, welche es einnimmt, bestimmen. Hiebey bedienet sich **Beseke** wie **Jurin** einer Claviersaite. Von Num. 5 gehen 81 Gewinde auf einen rheinl. Zoll, mithin ist der Durchmesser $\frac{10}{81}$ oder etwa $\frac{1}{8}$ Linie. Er bringt ein Stück solcher Saite unter das Mikroskop, zählt die Linien, welche die

*) Leipz. Magazin zur Naturgeschichte und Oekonomie vom Jahre 1780. ites Stück; ingl. Beobachtung. und Entdeckung. aus der Naturk. von der berliner Gesellschaft naturforsch. Freunde. B. I. St. 1. Num. 13.

die Breite desselben einnehmen, und findet auf diese Weise die Vergrößerung. Hierauf betrachtet er bey unveränderter Stellung des Mikroskops einen Gegenstand, und erhält daraus dessen Größe durch eine leichte Rechnung. Für eine jede veränderte Stellung des Instrumentes muß auch die Vergrößerung aufs neue bestimmt werden, obgleich Beseke zu glauben scheinet, daß sie für jedes Objektivglas die nämliche bleibe.

M. s. **Wolfs** mathematisches Lexicon, Art. **Micrometer. Priestley** Geschichte der Optik durch Klügel S. 167. 172. **Kästner** astronomische Abhandl. 2te Sammlung. Götting. 1774. 8. Sieb. Abhandl. S. 265 u. f.

Mikroskop, Vergrößerungsglas (microscopium, engyscopium, microscope). Ein optisches Werkzeug, welches dazu dienen soll, sehr kleine und dem Auge nahe liegende Sachen demselben unter einem größern Sehewinkel darzustellen. Ein solches Werkzeug kann vielleicht nur aus einer einzigen Glaslinse, oder auch aus mehreren so nahe zusammengesetzten Linsen bestehen, daß diese als eine einzige zu betrachten sind, und in diesem Falle nennt man es ein **einfaches Mikroskop.** Wird aber ein Mikroskop aus mehreren Linsen so zusammengesetzt, daß es wenigstens aus einem Objektivglase, und aus einem davon ziemlich entfernten Augenglase bestehet, wie etwa bey Fernröhren, so hat ein solches den Nahmen eines **zusammengesetzten Mikroskops** erhalten. Auch braucht man wohl bey den letztern statt einiger Gläser Metallspiegel, und dann heißt es ein **reflectirendes** oder **Spiegelmikroskop.**

Was das einfache Mikroskop betrifft, welches aus einer einzigen Glaslinse bestehet, so ist dieß ohne Zweifel eben so alt, als man die erhabenen Gläser zur Vergrößerung der Sachen gebrauchet hat. Es ist vielleicht nur damahls niemand darauf verfallen, ihm den Nahmen eines Mikroskops zu geben. Weil die Brillengläser schon lange vor den Teleskopen gewöhnlich gewesen sind; so kann man natürlich folgern, daß man die erhabenen Linsengläser, um kleine Sa-

 chen

chen dadurch zu betrachten, nach und nach immer kleiner und erhabener verfertiget habe, bis endlich **Hartsoeker** und **Hook** den Gebrauch der kleinsten Glaskügelchen lehrten. Da dieses alles allmählich geschehen ist, so bleibt hier nur eigentlich die Frage von dem Erfinder des zusammengesetzten Vergrößerungsglases übrig, welches sogleich bey seiner Erfindung Mikroskop ist genannt worden.

Borellus [α]) schreibt die Erfindung der Mikroskope dem Zacharias **Jansen** in Middelburg und dessen Sohne gemeinschaftlich zu. In einem Briefe des holländischen Gesandten, **Wilhelm Boreel**, wird nämlich erzählet, daß diese beiden Künstler dem Erzherzoge von Oesterreich, Albrecht, ein von ihnen verfertigtes Mikroskop überreichet hätten. **Boreel** setzt noch hinzu, daß im Jahre 1619, da er Gesandter in England gewesen, **Cornelius Drebbeln**, sein Freund, ihm ein Mikroskop gezeiget, welches er vom Erzherzoge bekommen, und von Jansen verfertiget wäre. Dieses Mikroskop sey 6 Fuß lang, einen Zoll weit und von vergoldetem Kupfer gewesen, und habe auf drey messingenen Säulen, wie Delphine gestaltet, auf einem Fuße von Ebenholz geruhet, worauf die zu betrachtenden Gegenstände wären geleget worden. Dieser Nachricht zufolge muß dieses Instrument ein zusammengesetztes Mikroskop gewesen seyn; die innere Einrichtung desselben aber ist nicht angegeben. Nach der Vermuthung des Herrn **Montücla** möge wohl dieses, wie die ersten Fernröhre, zum Augenglase eine Hohllinse, zum Objektivglase aber eine erhabene Linse gehabt haben.

Ob man gleich dieser Nachricht die Glaubwürdigkeit nicht absprechen kann, so bezweifeln doch einige selbige, und meinen, man wisse eigentlich hiervon nichts Zuverlässiges, als bloß dieß, daß Mikroskope zuerst um das Jahr 1621 in Deutschland im Gebrauche gewesen seyn. **Huygens** [β]) führet an, daß im Jahre 1718 das Mikroskop noch nicht

α) De vero telescopii inuentore. Hag. Com. 1655. 4. p. 35.
β) Dioptrice; in opuscul. posthum. Lugd. Batav. 1703. 4. p. 221.

nicht müsse erfunden gewesen seyn, weil **Syrturus** [a]), welcher in diesem Jahre von den Fernröhren geschrieben, von dieser so wichtigen Entdeckung nichts erwähnet habe. Aber daß 1621 schon bey **Drebbeln** in England Mikroskope gesehen worden, habe er von Augenzeugen gehöret; auch habe man diesen für den Erfinder gehalten. Diese Nachricht des **Huygens** hat veranlasset, daß beynahe die meißten Schriftsteller **Drebbeln** als den Erfinder des Mikroskops anführen, und diese wichtige Entdeckung in die Jahre 1618 — 1621 setzen.

Auch hat sich noch der Neapolitaner, **Franz Fontana** [b]), als den Erfinder des Mikroskops angegeben, auf welches er im Jahre 1618 gekommen seyn will. Seine Zeugnisse aber sind nicht älter, als vom Jahre 1625. **Montúcla** ist geneigt, ihn für den Erfinder des Mikroskops mit zwey Convexgläsern zu halten, weil er vermuthet, das drebbelsche habe ein hohles Augenglas gehabt. Uebrigens hat **Montúcla** selbst **Jansen** nicht genannt, ob er gleich den Brief des **Wilhelm Boreel** anführet.

Aus dieser kurzen Erzählung sieht man, daß die zusammengesetzten Vergrößerungsgläser bald nach der Erfindung der Fernröhre bekannt geworden sind. Sie gaben Gelegenheit, sehr kleine Gegenstände unter einem sehr vergrößerten Sehewinkel zu betrachten, und da man hierzu auch in der Folge einfache Linsen geschickt fand, so ist daraus erst nachher die Benennung der erhabenen Glaslinsen mit dem Nahmen der Mikroskope, und die Eintheilung in einfache und zusammengesetzte entstanden.

Wenn man kleine Sachen dem Auge nahe bringt, so werden sie schon demselben vergrößert erscheinen; jedoch hat dieses Naherücken des Gegenstandes gegen das Auge eine Grenze, wenn es selbigen noch deutlich sehen soll. Diese Grenze ist aber für verschiedene Augen noch verschieden; im Mittel nimmt man an, daß das Auge kleine Sachen in einer von 8 Zoll weiten Entfernung von selbigem noch deutlich

a) Telescoplum. Frf. 1618. 4.
b) Nouae terrestr. et caelest. obseru. Neap. 1646. 4.

deutlich sehen kann; wenigstens ist dieß die gewöhnlichste Voraussetzung bey Berechnungen und Anordnungen der Mikroskope. Dieserwegen versteht man auch bey Mikroskopen unter der **Vergrößerungszahl** diejenige Zahl, welche angibt, wie viel Mahl der Sehewinkel durch Gläser größer erscheine, als derjenige, unter welchem das Objekt würde gesehen werden, wenn es vom Auge 8 Zoll weit entfernet wäre.

Es sey (fig. 104.) LK ein kleines Objekt, welches in der Entfernung Lc vom Auge noch deutlich gesehen werden kann, so ist der Sehewinkel LcK, und man hat $Lc:LK = 1:\text{tang.}\ LcK$, also tang. LcK oder beynahe $LcK = \frac{LK}{Lc}$, weil LcK ein sehr kleiner Winkel ist. Dieses kleine Objekt bringe man vor die Linse ab in den Brennraum, oder nahe dabey, so wird das unmittelbar hinter der Linse befindliche Auge o alle in der Linse gebrochene vom Objekte herkommende Strahlen entweder völlig oder beynahe in paralleler Lage auffangen, und folglich selbiges unter dem vergrößerten Winkel lck deutlich sehen. In dem Dreyecke lck ergibt sich $lc:lk = 1:\text{tang.}\ lck$, also tang. lck oder beynahe $lck = \frac{lk}{lc} = \frac{LK}{lc}$; demnach ist $LcK:lck = \frac{LK}{Lc}:\frac{LK}{lc}$, oder $LcK:lck = lc:Lc$, und $\frac{lck}{LcK} = \frac{Lc}{lc}$ = der Vergrößerungszahl. Hieraus folgt also, daß eine ganz kleine Linse von kurzer Brennweite als ein einfaches Mikroskop dienen könne, wenn das Objekt entweder in dem Brennraume oder sehr nahe dabey sich befindet, und das Auge unmittelbar hinter der Linse seine Stelle hat. Alsdann wird die Vergrößerungszahl gefunden, wenn man 8 Zoll durch die Brennweite der Linse dividiret.

Es wird folglich ein einfaches Mikroskop in diesem Sinne desto stärker vergrößern, je kürzer seine Brennweite ist.

Ein

Ein Glas, welches eine Brennweite von $\frac{1}{20}$ Zoll hat, wird 160 Mahl vergrößern. Es verstattet nämlich, den Gegenstand so zu beobachten, als ob er dem Auge 160 Mahl näher stände, als gewöhnlich.

Es befinde sich das Auge unmittelbar hinter der Linse (fig. 105.) ab in dem Punkte e und k sey der äußerste Punkt eines sehr kleinen Objektes, welchen das Auge in e durch die Linse noch sehen kann. Der aus k auf die Vorderfläche abc auffallende Strahl kc wird in der Linse in die Lage ce, und in der Hinterfläche aeb in die Lage ef gebrochen, in welcher er ins Auge kömmt. Demnach sieht das Auge den Punkt k unter dem optischen Winkel gef, welcher ohne Glas lek seyn würde. Man setze op $= x$, den Winkel lek $= \beta$, pe $= \varepsilon$, die Vergrößerungszahl $= \mu$, und das Brechungsverhältniß für Luft und Glas m:n, so hat man gef $= \mu.\beta$ (m. s. **Fernrohr** Th. II S. 398.). Ferner ist sin. heg : sin. gef $=$ n : m, also sin. gef $=$ $\frac{m}{n}$. sin. heg oder beynahe gef $= \frac{m}{n}$. heg $= \frac{m}{n}$ pec, mithin $\mu\beta = \frac{m}{n}$. pec. Noch hat man ep:pc $=$ 1 : tang. pec, also tang. pec oder beynahe pec $= \frac{pc}{pe} = \frac{x}{\varepsilon}$, also auch $\mu\beta = \frac{m}{n} \cdot \frac{x}{\varepsilon}$ und $\beta = \frac{mx}{n.\varepsilon.\mu}$. Gewöhnlich ist die Dicke des Glases in Vergleichung mit den übrigen Linien so gering, daß man hier $\mu = 1$ setzen kann, und man hat den scheinbaren Halbmesser des Gesichtsfeldes $\beta = \frac{mx}{n\varepsilon}$, da alsdann x der Oeffnungshalbmesser der Linse ist. Endlich ergibt sich noch el:lk $=$ 1 : tang. β, und tang. β, oder beynahe $\beta = \frac{lk}{el}$, woraus der Halbmesser vom sichtbaren Theile des Objektes lk $= \beta$. el gefunden wird.

Bringt man den kleinen Gegenstand nicht genau in den Brennpunkt des Glases, sondern ein wenig vor oder hinter denselben, so erhält nun das Auge keine parallelen Strahlen mehr, sondern divergirende oder convergirende. Es müssen daher kurzsichtige Personen das zu betrachtende Objekt der Linse etwas näher, hingegen weitsichtige Personen etwas weiter davonrücken. Hierbey wird aber die Vergrößerung des Objektes etwas geringer, und die Stelle, in welcher sich das Auge befinden muß, ist nun nicht mehr willkürlich, sondern muß ungefähr um die Entfernung des deutlichen Sehens vom Bilde abstehen. Beym Gebrauche der einfachen Vergrößerungsgläser wird man am besten thun, durch Probiren zu versuchen, welche Entfernung des Objektes und des Auges vom Glase die beste sey. Dieserwegen werden auch gewöhnlich kleine erhabene Gläser in Ringe von Messing, Holz, Elfenbein u. s. f. gefaßt, und mit einem Griffe versehen, bey welchem man sie dem Objekte nahe bringen, und alsdann das Auge so weit davon entfernen kann, bis es selbiges am deutlichsten siehet. Dergleichen Gläser sind unter dem Nahmen **Loupen** (loupes) bekannt.

Leeuwenhoek, welcher sich alle seine Linsen selbst verfertigte, gebrauchte zu seinen vortrefflichen mikroskopischen Entdeckungen bloß solcher einfachen Linsen. Eine jede bestand aus einem auf beiden Seiten erhabenen Glase, welches zwischen zwey silbernen, zusammengenieteten und in der Mitte durchbohrten Platten, in einer Vertiefung lag. Der Gegenstand ward mit Leim auf einer Nadel befestiget, welche man in jede beliebige Entfernung vom Glase bringen konnte. Den größten Theil dieser Linsen vermachte er der Societät zu London. Sie wurden von **Folkes** und **Baker** untersuchet, und von keiner stärkern, als 160 fachen Vergrößerung, aber ungemeiner Deutlichkeit gefunden. Seine Entdeckungen hat man also nicht sowohl der vergrößernden Wirkung seiner Gläser, als vielmehr seiner durch den langen

gen Gebrauch sich erworbenen Fertigkeit im Urtheilen und der geschickten Zubereitung der Objekte zu verdanken.

Weil die kleinen Linsengläser von sehr geringen Brennweiten nicht gut zu schleifen sind, so verfiel um das Jahr 1668 **Hartsoeker** darauf, statt der gewöhnlichen kleinen Gläser kleine an einer Lichtflamme geschmolzene Glaskügelchen zu einfachen Mikroskopen zu nehmen. Schon D. **Hook** hatte zum Gebrauche der Vergrößerung solche kleine Glaskügelchen vorgeschlagen, kam aber erst in der Folge darauf, sie durch Schmelzung im Lampenfeuer zu bereiten. Die Fokuslänge der Glaskugeln beträgt den vierten Theil, oder von der Mitte der Kugel an gerechnet $\frac{3}{4}$ ihres Durchmessers. Auf diese Art berechnet **Huygens** [α]) die Vergrößerung, indem er sie im Verhältnisse von $\frac{3}{4}$ des Durchmessers zu 8 Zoll, als der Grenze des deutlichen Sehens, annimmt. Hat z. B. ein Kügelchen $\frac{1}{12}$ Zoll im Durchmesser, so ist seine Vergrößerung auf 128 zu setzen. Methoden, solche Kügelchen zu schmelzen, beschreiben **Butterfield** [β]) und **Adams** [γ]).

Die kleinsten Glaskügelchen dieser Art hat **di Torre** aus Neapel verfertiget, welcher im Jahre 1765 vier davon an die königliche Gesellschaft nach London übersendete. Das größte dieser Kügelchen hatte nur zwey pariser points im Durchmesser, und sollte ein Objekt 640 Mahl vergrößern; das zweyte von 1 pariser point, und das dritte nur $\frac{1}{2}$ pariser point im Durchmesser, und sollte daher ein Objekt 2560 Mahl vergrößern. **Baker**, welchem die Societät aufgetragen hatte, sie zu untersuchen, fand sie aber ganz unbrauchbar. Er urtheilet darüber so, daß es wohl wenige geben möchte, welche nicht bey ihrem Gebrauche Schaden an den Augen leiden würden. Nach der Theorie würden freylich dergleichen kleine Kügelchen wegen ihrer erstaunlich vergrößernden Wirkung zu Mikroskopen am geschicktesten

 seyn;

α) Dioptr. prop. 59.
β) Philosoph. transact. n. 141.
γ) Essay on the microscope. p. 11.

seyn; allein in der Ausübung finden sich wegen Anbringung des Objektes, wegen Mangel am Lichte und wegen der Klarheit des deutlichen Gesichtsfeldes Schwierigkeiten, welche sie zum Gebrauche ganz unbrauchbar machen.

Ueberhaupt finden sich in der Anwendung der einfachen Linsengläser von kurzer Brennweite zum Mikroskope viele Schwierigkeiten. Es müssen nämlich die kleinen Gegenstände, das Auge und das Glas sehr nahe zusammengebracht werden, wo es alsdann an Bequemlichkeit, den Gegenstand anzubringen, und an der nöthigen Lichtmenge fehlet. Wären die kleinen Gegenstände durchsichtig oder dünn genug, um viel Licht durchzulassen, so können sie von der Rückseite her erleuchtet werden. Zu dieser Absicht haben einige Künstler sehr bequeme Einrichtungen des einfachen Mikroskops angegeben. Verschiedene hiervon findet man beschrieben beym **Wolf** α) und **Adams** β).

Im Jahre 1702 beschrieb **Wilson** γ) eine solche Einrichtung des einfachen Mikroskops, welche wegen der sehr großen Bequemlichkeit allgemein beliebt worden ist. Sie besteht aus zwey Röhren, welche in einander geschraubet werden können. Die eine Röhre, welche in die andere geschraubet wird, besitzet am Ende (fig. 106.) a c ein großes erhabenes Linsenglas, dessen Brennweite etwa bis zu Ende h des ganzen Werkzeuges sich erstrecket. Dieses Glas dienet zur Erleuchtung der in der Gegend h herum angebrachten kleinen Gegenstände, wenn es gegen das Tageslicht gehalten wird. In der andern Röhre, in welche erstere eingeschraubet wird, ist eine Spiralfeder von einigen Windungen aus Drahy angebracht, welche sich gegen zwey an einander liegende runde Platten stemmt, die in der Mitte durchbohrt sind. Auch hat diese Röhre an der Vorderseite h das zur Vergrößerung dienende Linsenglas, welches in eine hohle oder

α) Elementa dioptricae §. 421. 434. 436. dessen nützliche Versuche Th III. Cap. 4. § 79 u. f.
β) Essay on the microscope. Lond. 1787. 4. maj.
γ) Philosoph. transact. Vol. XLVIII. p. 190.

oder trichterförmige Fassung eingeleget ist, so daß man das Auge bequem in die Höhlung bringen, und dem Glase so nahe als möglich rücken kann. Beide Röhren sind an den Seiten beynahe ihrer ganzen Länge nach ausgeschnitten und offen. Die kleinen Gegenstände liegen zwischen Plättchen von dünnem Glase oder sogenanntem Katzenspath in einem der Länge nach durchlöcherten Schieber eingeklemmt, welcher zwischen den beiden durch die Spiralfeder an einander geklemmten Platten allgemach durchgeschoben werden kann. Weil auf diese Art der Schieber in allen Stellungen von der Feder gehalten wird, so kann man das ganze Instrument bequem an dem Handgriffe halten, die Seite h, wo die zur Vergrößerung dienende Linse sich befindet, an das Auge bringen, und die andere Seite ac gegen das Licht kehren. Hiernächst wird man beide Röhren so lange in einander hin und her zu schrauben haben, bis das Objekt in dem Schieber dem Auge völlig deutlich ist. Es wird dieses einfache Mikroskop noch jetzt sehr häufig aus Messing, Elfenbein, Horn, gutem Holze u. s. f. verfertiget, und mit einer Anzahl von Schiebern, welche mikroskopische Gegenstände enthalten, in einem Etuis aufbewahret. Gemeiniglich hat es diese Einrichtung, daß man bey h Einfassungen mit größern und kleinern Linsen nach Belieben einschrauben kann. Zur Betrachtung flüssiger Körper sind hohle gläserne Röhren dabey, welche man mit den zu betrachtenden Flüssigkeiten füllet, und zwischen die Platten bringt. Dieses **wilson'sche Mikroskop** hat nachher **Lieberkühn** zu seinem Sonnenmikroskope gebrauchet, und wird daher auch das **lieberkühn'sche Mikroskop** genannt.

Stephan Gray *) fiel auf ein leichtes Mittel, mit sehr wenigen Kosten gute Mikroskope, aber nur für eine Zeitlang zu machen. Man nimmt nämlich mittelst der Spitze einer Nadel einen Wassertropfen auf, und thut ihn in ein kleines Loch in einer metallenen Platte, wo es die kugelförmige Gestalt annimmt, und als ein kleines Linsenglas dient.

*) Philosoph. transact. Vol. IV. p. 204.

net. Besonders merkwürdig war es ihm, daß kleine in dem Tropfen selbst befindliche lebende Thierchen sehr vergrößert erschienen, da sie sonst an die gehörige Stelle außerhalb des Kügelchens gestellt nicht so groß waren. Nach optischen Gründen wirkte hier die Hinterfläche des Wassertropfens als ein Hohlspiegel. Es heißt dieses Mikroskop auch **Gray's Wassermikroskop.**

Bey undurchsichtigen Objekten, welche nicht auf der Rückseite, sondern nur von der Vorderseite erleuchtet werden können, ist die Anbringung der dazu nöthigen Lichtmenge schwerer. **Lieberkühn** gebrauchte einen sehr gut polirten silbernen Hohlspiegel, welcher in der Mitte ein Loch hatte, in das er ein Vergrößerungsglas einsetzte. Wird dieser Hohlspiegel gegen das Tageslicht gekehret, so erleuchtet er das Objekt, welches in seinem Brennpunkte sich befindet, von eben der Seite her, von welcher es das Auge durch das eingesetzte Glas betrachtet. **Cuff** in England hat dergleichen Mikroskope mit dem dazu gehörigen Apparate in großer Vollkommenheit verfertiget. Auf eine ähnliche Einrichtung ist **Leeuwenhoek** [α]) schon vor Lieberkühn gefallen. Er gebrauchte nämlich zur Erleuchtung kleine hohle polirte messingene Schüsseln, um den Kreislauf des Blutes in Aalen zu betrachten. Auch erwähnet **Johann Georg Leutmann** [β]) dieser Vorrichtung von **Lieberkühn.**

Was die zusammengesetzten Mikroskope betrifft, so können diese aus zwey drey und mehreren Gläsern, so wie die Fernröhre, bestehen. Das mit zwey Gläsern ist dem astronomischen Fernrohre ähnlich. Man setze die Entfernung (fig. 107.) lc des kleinen Objektes kl von der kleinen mikroskopischen Linse ab als Objektivglas betrachtet $= \varepsilon$, und die Brennweite des erhabenen Okularglases de $= \delta$, so wird nach der Theorie der Fernröhre erfordert (m. s. **Fernrohr**), daß qf $= \delta$ sey, wenn die hinter dem Okularglase gebroche-

α) Arcana naturae detecta p. 182.

β) Neue Anmerkungen vom Glasschleifen u. s. f. vierte Auflage Witt. 1728. Cap. VII. S. 42.

gebrochenen zu einerley Strahlenkegel gehörigen Strahlen ins Auge o in paralleler Lage kommen sollen. Ohne Glas würde das Auge das Objekt unter dem Winkel lck sehen, da es selbiges durch Gläser unter dem Winkel $eof = pfq$ betrachtet; demnach ist die Vergrößerungszahl $= \frac{pfq}{qcp} = \mu$. In beiden Dreyecken qcp und pfq hat man aber $qc:qp = 1:\text{tang. } qcp$ und $qf:qp = 1:\text{tang. } pfq$, folglich tang. $qcp = \frac{qp}{qc}$, und tang. $qfp = \frac{qp}{qf}$, oder beynahe $qcp = \frac{qp}{qc}$ und $qfp = \frac{qp}{qf}$, und es ergibt sich $qcp:qfp = \frac{qp}{qc} : \frac{qp}{qf} = qf:qc$, demnach $\frac{qfp}{qcp} = \frac{qc}{qf} = \mu$. Wäre außerdem schon $cl < 8$ Zoll, so würde $\frac{qfp}{qcp} \cdot \frac{8}{cl} = \frac{qc}{qf} \cdot \frac{8}{cl} = \mu \cdot \frac{8}{lc}$ seyn.

Nimmt man ferner die Entfernung des Bildes cq von dem Objektivglase $= \alpha$, den scheinbaren Halbmesser des Gesichtsfeldes $= \beta = lck = qcp$, die Vergrößerungszahl in Absicht des Verhältnisses $lc:8 = M$, und den Oeffnungshalbmesser des Oculars $fe = y$, so hat man $fc: fe = 1:\text{tang. } qcp$ und beynahe $qcp = \frac{fe}{fc}$, oder $\beta =$

$$\frac{y}{\alpha + \delta} = \frac{y}{\delta} : \left(\frac{\alpha}{\delta} + 1\right) = \frac{y}{\delta \left(\frac{\alpha}{\delta} = 1\right)} = \frac{y}{\delta(\mu + 1)}.$$

Nun hat man ferner $M = \mu \cdot \frac{8}{lc}$, folglich $M \cdot lc = \mu \cdot 8$, und $\mu = \frac{M \cdot lc}{8} = \frac{M \cdot s}{8}$, und es ergibt sich auch $\beta =$

y

$$\frac{y}{\delta}\frac{}{\left(\frac{M\varepsilon}{\delta}+1\right)}=\frac{y}{\delta}:\left(\frac{M\varepsilon+8}{8}\right)=\frac{8y}{(M\varepsilon+8)\delta}.$$ Weil ferner in dem Dreyecke klc

$$lc:lk=1:\text{tang. } lck, \text{ folglich}$$

$$\text{tang. } lck \text{ oder beynahe } lck=\frac{lk}{lc}, \text{ oder } \beta=\frac{lk}{\varepsilon} \text{ ist,}$$

so läßt sich nun aus ε und β der Halbmesser $lk=\varepsilon\beta$ des Objektes finden, so weit es das Auge in o durch die Gläser betrachtet übersehen kann.

Man nehme die Fokuslänge des Objektivglases $= f$, so hat man $cq=\frac{cl.f}{cl-f}$ (m. s. Linsengläser) $=\frac{\varepsilon.f}{\varepsilon-f}=\alpha$, also $\alpha\varepsilon-\alpha f=\varepsilon f$, und $(\alpha+\varepsilon)f=\alpha\varepsilon$, demnach

$$f=\frac{\alpha\varepsilon}{\alpha+\varepsilon}=\frac{\alpha\varepsilon:\delta}{(\alpha+\varepsilon):\delta}=\frac{\alpha}{\delta}.\varepsilon:\frac{\alpha+\varepsilon}{\delta}$$

$$=\mu.\varepsilon:\left(\mu+\frac{\varepsilon}{\delta}\right)=\frac{\mu\varepsilon\delta}{\mu\delta+\varepsilon}.$$

Nun war ferner $\mu=\frac{M.\varepsilon}{8}$, also wird, wenn statt μ dieser Werth gesetzet wird

$$f=\frac{M.\varepsilon}{8}.\varepsilon\delta:\left(\frac{M\varepsilon}{8}.\delta+\varepsilon\right)$$

$$=\frac{M.\varepsilon.\varepsilon:\delta}{8}:\frac{M\varepsilon\delta+8\varepsilon}{8}$$

$$=\frac{M.\varepsilon.\varepsilon\delta}{M\varepsilon\delta+8\varepsilon}=\frac{M\varepsilon\delta}{M\delta+8}$$

Hieraus findet man endlich nach $f(M\delta+8)=M\delta\varepsilon$, und $\varepsilon=\frac{f(M\delta+8}{M\delta}$

$$=f\left(1+\frac{8}{M.\delta}\right).$$

Hier

Hier muß indessen die beste Verbindung des Objektiv- und Ocularglases auch noch durch Versuche ausfindig gemacht werden, weil es nicht hinlänglich ist, die Abweichung wegen der Kugelgestalt der Gläser in Betrachtung zu ziehen. Die Farbenzerstreuung ist nicht wenig schädlich, deren Hebung bey Mikroskopen mehrere Schwierigkeit hat, als bey Fernröhren. Gewöhnlich versieht man sich bey einem Mikroskop mit mehreren Objektivgläsern, um bey jedesmahliger besondern Absicht das schicklichste zu wählen.

Der vortheilhafteste Ort für das Auge ist der, wo $of = \delta + \frac{\delta^2}{cq}$. Es geht nämlich von jedem Punkte des Objektes kl ein Strahl ungebrochen durch die Mitte der mikroskopischen Linse; wo diese Strahlen, dergleichen hier epk ist, mit der Axe vereiniget werden, da ist der vortheilhafteste Ort für das Auge. Denn an diese Stelle käme von jedem Punkte des Objektes ein Strahl, wenn auch die Oeffnung des Glases ab nur ein Punkt wäre. Alle diese Strahlen also, die aus c oder aus der Entfernung $cf = cq + \delta$ herkommen, vereinigen sich hinter dem Glase in der Entfernung $of = \frac{(cq + \delta)\delta}{cq} = \delta + \frac{\delta^2}{cq}$ (m. s. **Fernrohr.** Th. II. S. 409.).

Wenn statt des erhabenen Augenglases ein Hohlglas gebrauchet werden soll, so muß alsdann die Entfernung des Objektivglases von dem Hohlglase $= \alpha - \delta$ seyn, wenn die im Ocular gebrochenen und zu einerley Lichtkegel gehörigen Strahlen in paralleler Lage ins Auge kommen sollen. Demnach wird nicht allein δ, sondern auch M negativ, und es ist

$$\beta = \frac{y}{\delta(\mu - 1)} \text{ und}$$

$$\varepsilon = f\left(1 + \frac{8}{M\delta}\right), \text{ wie vorhin.}$$

Vermöge einer Nachricht, welche Herr **Klügel** in der analytischen Dioptrik S. 274. ertheilet, führet **Emerson** an,

an, daß ein Mikroskop mit zwey Linsen gute Dienste leiste, wenn $\delta = 2$ Zoll, $\alpha = 7$ Zoll, und $\varepsilon = \frac{7}{9}$ Zoll ist. Nach obigen Formeln findet man also folgende Resultate:

Die Vergrößerungszahl $M = \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{8}{\varepsilon} = \frac{7}{2} \cdot \frac{8}{\frac{7}{9}} = 36$ Mahl

Die Fokuslänge $f = \frac{M \varepsilon \delta}{M \delta + 8} = \frac{36 \cdot \frac{7}{9} \cdot 2}{36 \cdot 2 + 8} = \frac{7}{10}$ Zoll

Der Abstand der Gläser $cq + qf = f + \delta = 2 + 7 = 9$ Zoll

Der Abstand des Auges $of = \delta + \frac{\delta^2}{cq} = 2\frac{4}{7}$ Zoll

Die ganze Länge $ol = 2\frac{4}{7} + 9 + \frac{7}{9} = 12\frac{22}{63}$ Zoll

Der Halbmesser des Gesichtsfeldes $\beta = \frac{8 \cdot y}{(M \varepsilon + 8)\delta} = \frac{1}{9} y$

und der Halbmesser $lk = \beta \cdot \varepsilon = \frac{1}{9} \cdot y \cdot \frac{7}{9} = \frac{7}{81} \cdot y$ Zoll.

Nähme man die Entfernung lc nur um etwas kleiner als $\frac{7}{9}$ Zoll an, so würde man nach diesen Formeln finden, daß die Vergrößerung gar sehr verstärket würde, daß aber die Gläser dabey einen andern Abstand von einander haben, und das Auge dem Oculare etwas näher gebracht, das Gesichtsfeld jedoch gar sehr eingeschränkt werden müsse. Man läßt daher diese zusammengesetzten Mikroskope aus zwey Röhren bestehen, welche sich, wie bey Fernröhren, in einander verschieben lassen, und macht sie beweglich, oder man bringt die mikroskopischen Objekte auf bewegliche Träger, um ihre Entfernung vom Objektivglase, und die Entfernung beider Gläser selbst, so wie es erfordert wird, ändern zu können. Auf diese Art ist man im Stande, mit einerley Werkzeuge verschiedene Vergrößerungen zu erhalten; allein es gibt auch hier Grenzen, über welche man in Ansehung der Vergrößerung nicht gehen kann wegen der undeutlichen Bilder, die durch die Abweichung entstehen.

Schon

Schon **Eustachio de Divinis** gab sich um die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts Mühe, die Abweichung durch Verdoppelung der Gläser zu vermeiden. Er nahm nämlich statt des Objektivs und Oculars zwey zusammengesetzte Linsen, deren Wirkung eben so, wie eine einzige war. Auch **Faber** beschreibet das doppelte Augenglas, und rühmt die Vortheile, daß es den farbigen Rand wegnehme, daß es das Verhältniß der Theile des Gegenstandes nicht verändere, und daß es sowohl das Objekt als das Gesichtsfeld mehr vergrößere.

Weit besser aber dienen hierzu die jetzt gebräuchlichen Mikroskope mit drey Gläsern, dergleichen zuerst D. **Hook** [α]) und **Philipp Bonanni** [β]) beschrieben haben. Hätte nämlich das kleine Objekt (fig. 108.) kl vor dem Objektivglase eine solche Lage, daß die auf selbiges fallenden Strahlen nach der Brechung das Bild nm zu Stande bringen würden, so bedienet man sich alsdann zweyer Oculare, wovon das eine ein Collektivglas ist. Dieses Collektivglas de bringt folglich das Bild pq dem Objektive näher; die Strahlen breiten sich hiernächst hinter selbigem in Lichtkegel wieder aus, und fallen so auf das Ocular gh in der Entfernung qi, welche der Fokuslänge des Oculars gh gleich seyn muß, wenn die Strahlen, welche zu einerley Lichtkegel gehören, in paralleler Lage ins Auge kommen sollen. In den Dreyecken mcn und mfn hat man mc:mn = 1: tang. mcn und mf:mn = 1:tang. mfn, demnach tang. $mcn = \frac{mn}{mc}$ und tang. $mfn = \frac{mn}{mf}$ oder beynahe $mcn = \frac{mn}{mc}$ und $mfn = \frac{mn}{mf}$; folglich $mcn : mfn = \frac{mn}{mc} : \frac{mn}{mf} = mf : mc$ und $\frac{mfn}{mcn} = \frac{mc}{mf}$. Auf eben diese Art ergibt sich

qfp

α) Micrographia. Lond. 1665. fol. praef.

β) Micrographia curiosa adjuncta observat. circa viuentia etc. Romae 1691. 4.

$qfp : qip = qi : qf$ und $\frac{qip}{qfp} = \frac{qf}{qi}$, demnach $\frac{mfn}{mcn} \frac{qip}{qfp}$ $= \frac{mc}{mf} \cdot \frac{qf}{qi} = \frac{qip}{mcn}$, und dieß ist die Vergrößerungzahl in Ansehung des Winkels lck. Wäre nun außerdem noch $lc < 8$ Zoll, so würde hier die Vergrößerungszahl in eben dem Sinne wie vorhin, $M = \frac{mc}{mf} \cdot \frac{qf}{qi} \cdot \frac{8}{lc}$ seyn.

Zu einem solchen Mikroskope gibt **Euler** [a]) folgende Maße an: die Brennweite des Objektivglases $= \frac{1}{2}$ Zoll, das Objektiv wird beynahe planconvex, und die flache Seite dem Gegenstande zugekehret, die beiden andern Gläser sind gleichviel convex, die Brennweite des zweyten Glases ist $= 1$ Zoll, die Brennweite des dritten Glases $= \frac{1}{3}$ Zoll, die Entfernung des zweyten und dritten Glases für weitsichtige Personen $= \frac{2}{3}$ Zoll, die Oeffnung des ersten Oculars $= \frac{1}{2}$ Zoll, die des zweyten $= \frac{1}{6}$ Zoll, und der Abstand des Auges vom ersten Oculare $= \frac{1}{6}$ Zoll. Die übrigen Abmessungen hängen von der Vergrößerung ab. Diese M gesetzt, gibt für die Entfernung des ersten und zweyten Glases $= \frac{M}{32}$, für den Halbmesser des Gesichtsfeldes $= \frac{1}{2M}$, für die Entfernung des Gegenstandes von dem Brennpunkte des Objektives $= \frac{8}{M}$ Zoll, für den wahren Durchmesser des zu betrachtenden Gegenstandes $= \frac{8}{M}$ Zoll. Wenn z. B. das Mikroskop 320 Mahl vergrößern soll, so ist alsdann die Entfernung des ersten Glases vom andern $= \frac{320}{32} = 10$ Zoll, der Halbmesser des Gesichtsfeldes $= \frac{1}{640}$ Zoll, und der Durchmesser des Raumes, den man übersieht, $= \frac{8}{320} = \frac{1}{40}$ Zoll u. s. f.

Um

[a]) Dioptrica. Tom. III. p. 178.

Um die Stellung der Gläser bequem zu ändern, bringt man die beiden Augengläser de und gh, welche beständig einerley Lage gegen einander und gegen das Auge behalten, zusammen in eine Röhre, und das Objektivglas ab in eine andere Röhre, in welcher sich jene verschieben läßt. Ueberdieß wird dieß Mikroskop von den Künstlern so eingerichtet, daß mehrere Objektivgläser gebraucht werden können, welche sie mit Num. 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnen, um nach Belieben stärkere und schwächere Vergrößerungen zu erhalten.

Vom Herrn de la Fond *) wird ein cuffisches Mikroskop unter dem Nahmen eines gemeinen beschrieben, wo das Ocularglas gh eine Brennweite von 15 Linien und das Collectivglas de eine Brennweite von 30 Linien hat. Auch die Entfernung beider Oculare von einander beträget 30 Linien, die Entfernung des Objektivs aber von dem Collectivglase 60 Linien. Uebrigens kann man hierbey Objektive von $\frac{1}{2}$ Linien bis 6 Linien Brennweite gebrauchen. Hiernach ist also $gf = 30 - 15 = 15$ Linien, $fm = \frac{30 \cdot 15}{30 - 15} = 30$ Linien, und $mc = 30 + 60 = 90$ Linien. Da nun 8 Zoll = 96 Linien sind, so wird die Vergrößerung im Verhältnisse $96 \cdot 90 \cdot 15$ zu $30 \cdot 15 \cdot cl$ oder $96 \cdot 3$ zu cl, d. h. 288 zu cl seyn. Der Werth von cl hängt von der Brennweite des gebrauchten Objektivs ab. Ist nämlich diese Brennweite $= f$, so ist $cl = \frac{cm \cdot f}{cm - f}$, also hier $= \frac{90 \cdot f}{90 - f}$. Gebraucht man das Objektiv von 6 Linien Brennweite, so wird $cl = \frac{90 \cdot 6}{90 - 6} = 6\frac{3}{7}$; bey der Linse von 5 Linien wird $cl = \frac{90 \cdot 5}{90 - 5} = 5\frac{5}{17}$, bey der Linse von 4 Linien wird $cl = \frac{90 \cdot 4}{90 - 4} = 4\frac{8}{43}$ Linien u. s. f. Folglich wird die Vergrößerung

*) Dictionnaire de physique; artic. *microscope*.

größerung bey der Linse von 6 Linien Brennweite $= \frac{288}{6\frac{3}{7}} =$ $44\frac{4}{5}$ Mahl, die bey der Linse von 5 Linien Brennweite $= \frac{288}{5\frac{5}{17}} = 54\frac{2}{5}$ Mahl u. s. f. seyn.

Man hat noch andere zusammengesetzte Mikroskope von 4 und 5 Gläsern verfertiget, bey welchen vorzüglich eine stärkere Vergrößerung und ein großes Gesichtsfeld unbeschadet der Deutlichkeit und Helligkeit beabsichtiget wurden. Die Theorie derselben hat **Euler** [α]) ganz allgemein abgehandelt. Eine kurze Nachricht von zusammengesetzten Mikroskopen hat D. **Pelisson** [β]) mitgetheilet. Im Jahre 1777 übergab ein holländischer in Paris wohnhafter Künstler, Nahmens **Dellebare**, eine Beschreibung seiner Mikroskope von 5 Gläsern, welche sich in verschiedene Entfernungen von einander mit verwechselten Stellungen bringen lassen, der Akademie der Wissenschaften. Diese nahm sie mit Beyfall auf, und selbst die Herrn **Brisson** und **de la Fond** haben sie in ihren Wörterbüchern mit vielen Lobeserhebungen weitläuftig beschrieben. Allein **Pelisson** urtheilet von einem mit 4 Gläsern versehenen Mikroskope dieses Künstlers, daß es von dem Erfinder mit einem marktschreyerischen Tone angepriesen sey, aber nichts vorzügliches an sich habe. Das Gesichtsfeld sey zwar wegen des doppelten Oculares groß, gebe aber sonst wenig Klarheit, und sey dabey unbequem und wandelbar.

Herr **Klügel** [γ]) theilet folgende aus **Eulers** Berechnungen genommene Regeln mit.

Für das Mikroskop mit drey Gläsern.

1. Die Brennweite des Collektivglases muß drey Mahl so groß, als die des Ocularglases seyn.

2.

α) Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1757. p. 283. 1761. p. 191. 201. und in seinen dioptr.

β) Vergleichung der bekanntesten Vergrößerungsgläser in den Beschäft. der berlin. Gesellschaf. naturforsch. Freunde B. I. S. 343.

γ) Umständliche Anweisung Fernröhre in größter Vollkommenheit zu verfertigen von Nic. Fuß. Leipz. 1778. 4. S. 56.

2. Die Entfernung des Objektivglases von dem Collektivglase hängt von der Vergrößerung ab. Ist die Brennweite des Collektivglases = $\frac{1}{2}$ Zoll, so ist alsdann jene Entfernung etwas kleiner als die Brennweite des Objektivs mit der Vergrößerungszahl multipliciret, und dieses Produkt durch die Zahl 32 dividiret.
3. Die Entfernung des Oculars und des Collektivglases richtet sich bloß nach der Güte des Auges. Für Weitsichtige ist sie der doppelten Fokuslänge des Oculars gleich.
4. Die Entfernung des Auges vom Oculare ist etwas größer als die Hälfte der Fokuslänge des Oculars.
5. Das Objektivglas wird beynahe planconvex mit der flachen Seite dem Gegenstande zugekehret. Die beiden andern Gläser werden gleichseitig und ihre Oeffnungen etwa der halben Brennweite gleich.
6. Die Entfernung des Objektes von dem Objektive ist etwas weniges größer als die Fokuslänge desselben.

Für das Mikroskop mit vier Gläsern.

1. Die Brennweiten der drey Okulargläser verhalten sich vom Objektivglase an gerechnet, wie 18, 10, 5.
2. Die Entfernung des Objektivs vom ersten Oculare ist etwas kleiner als die Fokuslänge des ersten Oculars mit der Vergrößerungszahl multipliciret, und dieses Produkt durch 48 dividiret, die Entfernung des Objektes zu $\frac{1}{2}$ Zoll angenommen.
3. Die Entfernung der beiden ersten Oculare von einander ist $\frac{4}{9}$ der Brennweite des ersten, und die Entfernung des zweyten und dritten der halben Brennweite des letztern gleich. Die beiden letztern Oculare behalten diese Entfernung, sind aber für sich beweglich.
4. Die Entfernung des Auges ist $\frac{1}{3}$ der Brennweite des letztern Oculars.

Die Helligkeit wächst mit der Oeffnung des Objektivs und nimmt ab mit dem Wachsen der Vergrößerungszahl. Die Deutlichkeit hingegen nimmt bey erweiterter Oeffnung

des Objektives beträchtlich ab, so daß die Schwierigkeit, das Helle und Deutliche zugleich mit starken Vergrößerungen zu vereinigen, bey den Mikroskopen ungleich stärker wird, als bey den Fernröhren. Daher hat auch **Euler** den Vorschlag gethan, achromatische Objektivgläser ebenfalls bey den Mikroskopen zu gebrauchen. Man findet die Beschreibung einer solchen Linse von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite auch in der angeführten Schrift des Herrn **Fuß**; allein Herr **Klügel** urtheilet dabey, daß kein Künstler so dünne Gläser zu schleifen vermögend sey, als zur Zusammensetzung dieser Linse erfordert werden. Denn die Dicke der beiden erhabenen Gläser müßte nicht über $\frac{2}{100}$ und des Hohlglases nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll gehen.

Herr **Aepinus** [α]) zu Petersburg hat versucht, zu zusammengesetzten Objektivgläsern im Mikroskope größere achromatische Linsen, etwa zu sieben Zoll Brennweite, wie bey kleinen Fernröhren, zu gebrauchen. Seine Versuche sind auch sehr glücklich ausgefallen. Obgleich ein solches Mikroskop eine beträchtliche Länge haben muß, so hat es doch auf der andern Seite den nicht geringen Vortheil, die Erleuchtung des Objektes, wegen der beträchtlichen Entfernung desselben vom Objektive, sehr stark zu erhalten. Eigentlich ist das Mikroskop des Herrn **Aepinus** weiter nichts, als ein weit aus einander gezogenes Fernrohr, dergleichen schon das drebbelsche Mikroskop von 6 Fuß Länge war. Daher es auch **Adams** [β]) als keine neue Erfindung betrachtet, indem es schon längst bekannt sey, daß weit ausgezogene Fernröhre nahe gelegene Gegenstände vergrößerten, und will demselben lieber den Nahmen eines **mikroskopischen Fernrohrs** geben. Auch führet **Adams** noch an, daß schon lange vor **Aepinus** von **Martin** [γ]) kleine achromatische Perspektive hierzu seyn vorgeschlagen worden.

In

α) Description des nouveaux microscopes inventés p. Mr. *Aepinus* à St. Petersb. 1784. 8. maj.

β) Essay on the microscope p. 23.

γ) Description and use of a polydynamic microscope.

In Ansehung der äußern Einrichtung der zusammengesetzten Mikroskope muß theils auf eine bequeme Stellung desselben gegen den Gegenstand, theils auch auf bequeme Behandlung und Erleuchtung des letztern Rücksicht genommen werden. Aus dem Vorhergehenden erhellet, daß die Stellung der Gläser gegen einander bey der geringsten Verrückung des Objektes verändert werden müsse. Um diesen Zweck vortheilhaft zu erreichen, haben fast alle Künstler eigene Vorrichtungen gebrauchet, welche alle hier anzuführen viel zu weitläuftig seyn würde.

Wolf [α]) gibt die ältern Einrichtungen der englischen Mikroskope an, worunter die marshallische die erste ist, bey der zur Stellung des Mikroskops ein viereckiger Stab angebracht worden, an welchem es sich mittelst einer Schraube auf- und ab-bewegen läßt. Nach **Culpepers** Verbesserung wurde das Instrument auf drey Füße gestellet, und das Objekt durch einen Hohlspiegel von unten auf erleuchtet, so wie es **Baker** [β]) beschreibet. **Baker** fand es aber hernach selbst unbequem, und gab Herrn **Cuff** die Veranlassung, die marshallische Einrichtung beyzubehalten, dabey aber den Hohlspiegel zur Erleuchtung des Objektes von unten hinauf anzubringen. Daraus entstand das bekannte cuffische Mikroskop, welches **Baker** [γ]) selbst, **Nollet**, **de la Fond**, **Adams** und viele andere beschrieben haben. Die Einrichtung desselben ist kurz folgende: (fig. 109.) die Röhre a ist in die messingene Platte b eingeschraubet, welche an der Stange e f befestiget ist. Diese Stange kann an der zweyten Stange c verschoben werden. Beide Stangen reichen bis in die am Fußgestelle festgemachte Hülse p. Die Platte g ist an der Stange c befestiget, und in der

α) Elementa dioptricae §. 450. prol. 44.

β) The use of the microscope made easy. Lond. 1743. 8. das zum Gebrauch leicht gemachte Microscopium; a. d. Engl. von J. L. St. (Steiner) Zürch 1753. 8.

γ) Employment for the microscope. Lond. 1752. 8. Beyträge zum Gebrauch und Verbesserung des Mikroskops; a. d. Engl. Augsburg 1754. 8.

Mitte durchlöchert, um durchsichtige mikroskopische Gegenstände in einer durchsichtigen Unterlage zu fassen. Die Erleuchtung dieser Objekte geschiehet vermittelst des Hohlspiegels m von unten hinauf. Um aber undurchsichtige Objekte zu erleuchten, dienet das Converglas t. Die Nadel v wird zur Ansteckung kleiner mikroskopischen Sachen, als Insekten u. dergl. gebrauchet. Diesem Mikroskope kann man durch eine schnelle und langsame Bewegung die gehörige Stellung geben. Wird nämlich die Druckschraube der Hülse i geöffnet, so läßt sich nun die Stange e f mit der daran befestigten Platte b und dem Mikroskop nach Gefallen auf- und abbewegen; wird hingegen die Hülse i vermöge der Druckschraube fest an die Stange c geschraubet, so kann nun dem Mikroskope durch die Stellschraube k eine ganz feine Bewegung gegeben werden, so daß es leicht ist, den Punkt genau zu finden, wo das Auge die größte Deutlichkeit erhält. **Brander** α) hat an dieser Einrichtung noch einige Verbesserungen angebracht, und der vormahlige Mechanikus **Reinthaler** in Leipzig gab der Röhre mit den Gläsern die Bewegung durch einen sinnreichen Mechanismus, mittelst eines kleinen Rades, welches mit seinen Zähnen sanft und gleichförmig in die gezahnte Stange eingreift. Das ganze Instrument befestigte er an ein Kästchen, in welches es mit allem Zubehör konnte zurückgeleget werden, um es auf diese Weise bequem allenthalben mit sich zu nehmen. Auch läßt sich statt des Mikroskops die untere Platte mit dem Objekte beweglich machen, wobey aber zugleich die Einrichtungen des Leuchtens mit beweget werden müssen.

Mehrere Vorrichtungen dieser Art findet man in den Schriften des **Joblot** β), des ältern **Adams** γ) und des jüngern **Adams** δ). Letzterer hat besonders ein Lampenmikroskop

α) Beschreibung zweyer zusammengesetzter Mikroskope. Augsb. 1769. 8.

β) Description et usage de plusieurs nouveaux microscopes avec des nouvelles observat. Paris 1718. 4.

γ) Micrographia illustrata, or knowledge of the microscope explained. Lond. ed 1771. 4.

δ) Essay on the microscope. Lond. 1787. 4. maj.

mikroskop von seines Vaters Erfindung beschrieben, bey dem er statt einer gewöhnlichen Lampe die argandische Lampe angebracht hat. Auch gibt von diesem verbesserten Lampenmikroskop des jüngern **Adams** der Hr. Pr. **Schmidt** [a]) in Gießen eine Beschreibung nebst der Theorie derselben.

Pelisson und **Beseke** [β]) haben Vergleichungen der bekanntesten und besten Mikroskope von verschiedenen neuern Künstlern angestellet. Ersterer hält das cuffische, wie es von **Ring** und **Pennebruch** in Berlin verfertiget wird, für eins der besten; auch das branderische wird von ihm sehr gerühmt. Die von dem Universitätsoptikus **Hoffmann** in Leipzig verfertigten Mikroskope verdienen nach ihm wegen der Klarheit und Vergrößerung ein großes Lob, in Absicht der äußern Gestalt aber, der Festigkeit und Bequemlichkeit stehen sie andern nach. Für eines der vollkommensten Mikroskope, saget er, würde dasjenige seyn, welches auf cuffische Art eingerichtet wäre, statt der Stellschrauben den reinthalerischen Mechanismus des Rades und der gezahnten Stange, und vom hoffmannischen die Röhre zu den Gläsern hätte. **Beseke** zieht das Mikroskop des Herrn **Tiedemann** in Stuttgard, welcher den reinthalerischen Mechanismus beybehalten hat, allen übrigen Mikroskopen vor. Es schien ihm sowohl in Absicht der Gläser und innern Güte, als auch in der Feinheit der Bearbeitung, dem Mechanismus und dem dazu gehörigen vollständigen Apparate selbst die englischen von Dollond zu übertreffen. Die Werkzeuge des Herrn **Tiedemann** sind von ihm in einer gedruckten Nachricht (Stuttgard 1785. 8.) beschrieben worden.

Da man mit so glücklichem Erfolge die Metallspiegel zur Vermeidung der Abweichungen und besonders wegen der Farben bey den Fernröhren angebracht hatte, so suchte man auch sie bey Mikroskopen anzuwenden. **D. Robert Baker** gab hierzu in den philosoph. Transakt. folgenden Vorschlag:

 statt

a) Grens neues Journal der Physik. B. I. S. 297 f.
β) Beobacht. und Entdeck. aus d. Naturk. von der berliner Gesellsch. naturforsch. Freunde. B. II. 1788. S. 117 f.

statt des Objektivglases dienet ein Hohlspiegel, welcher mit seiner hohlen Fläche gegen das Augenglas gekehret ist. Das Objekt wird vor den Spiegel in einer solchen Entfernung gestellet, daß das davon zurückgeworfene vergrößerte Bild in den Brennpunkt des Augenglases fällt, und durch dieses mittelst paralleler Strahlen betrachtet wird. Es kann aber dieses Mikroskop nur zu kleinen und durchsichtigen Objekten gebrauchet werden, weil wegen ihrer Lage zwischen dem Spiegel und dem Glase zu vieles Licht aufgefangen würde, wenn sie groß und undurchsichtig wären.

Eine andere bequemere Einrichtung vom reflektirenden Mikroskop gibt **Smith** α). Es besteht diese aus einem großen Hohlspiegel (fig. 110.) AD und aus einem kleinen Convexspiegel ad, beide in der Mitte bey BC und bc durchbohrt. Sie haben beide einerley Krümmung, so daß jedes Brennweite genau einen Zoll beträgt. Beide werden etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander gestellet. Das Objekt OPQ wird ein wenig unterhalb des kleinen Spiegels angebracht, so daß es zwischen dem Brennpunkte, und dem Mittelpunkte des großen Spiegels liegt. Auf diese Art würde der Hohlspiegel das Bild qpo des Objektes zuwege bringen, wenn der kleine Spiegel nicht die Strahlen auffinge und reflektirte. Sie gehen daher wieder durch das Loch des Hohlspiegels, und machen wegen ihrer verminderten Convergenz erst in ziemlicher Entfernung von demselben ein sehr vergrößertes Bild QPO, welches im Brennpunkte des Objektivglases G sich befindet, und von dem Auge durch dasselbe betrachtet wird. Dieses Mikroskop that nach **Smiths** Versicherung sehr gute Dienste, obgleich die Spiegel nicht zum besten ausgearbeitet waren. Ueberhaupt aber sind die Spiegelmikroskope nicht weiter in Gebrauch gekommen.

Adams β) hat noch verschiedene andere Einrichtungen von Vergrößerungsgläsern beschrieben, welche zu besondern Absichten

α) Lehrbegriff der Optik, a. d. Engl. durch Kästner S. 448 u. f.
β) Essay on the microscope.

Absichten bestimmt sind. Dahin gehören **Ellis's** Aquatic-Microscop [α]), **Lyonnet's** anatomisches [β]), **Withering's** botanisches Mikroskop. Die gemeinen botanischen Vergrößerungsgläser oder Suchgläser bestehen aus 2 bis 3 gewöhnlichen Loupen, die man entweder einzeln, oder zwey zusammen statt einer einzelnen, nach Gefallen gebrauchen kann. **Adams** räth den Botanikern zum Gebrauche ein kleines Fernrohr an, welches weiter ausgezogen eben die Dienste, wie ein Mikroskop thue, und überdem die Bequemlichkeit besitze, Pflanzen in einiger Entfernung zu sehen, und ohne Gefahr einer Beschädigung des Auges zu betrachten. Auch gehöret hierher die bekannte Einrichtung des Herrn **Lieberkühn**, den Kreislauf des Blutes u. s. in Fröschen durch ein einfaches Mikroskop zu betrachten [γ]).

Uebrigens ist die Erfindung der Mikroskope für die Naturlehre fast noch wichtiger, als die der Fernröhre. Jene zeigen uns den so bewundernswürdigen Bau der Körper im Kleinen, und lassen uns die seeligsten Empfindungen von dem großen Regierer des Weltalls, der auch für das mit den bloßen Augen Unbemerkbarste mit so großer Güte sorget, in unserer Seele zurück. Alle Entdeckungen, welche mittelst der Mikroskope sind gemacht worden, hier zu erzählen, würde viel zu weitläuftig seyn, und gehöret auch mehr in die Naturgeschichte. Die ersten mikroskopischen Beobachtungen sind von **Stelluti** im Jahre 1625, welche die Theile der Biene betreffen, gemacht worden. Mehrere Beobachtungen stellten schon **Power** im Jahre 1664 und Hook im Jahre 1665 an. Eine unendliche Menge mikroskopischer Entdeckungen findet man beym **Leeuwenhoek** [δ]), **Nehemiah Grew** [ε]), **Wolf** [ζ]), **Thüm-**

α) Essay towards a natural history of Corallines. Lond. 1755. 4.
β) Traité de la chenille, qui ronge le bois de saule, à la Haye 1762.
γ) Mémoir. de l'Académie de Prusse an. 1745. Tom. I. p. 14.
δ) Arcana naturae detecta. Delphis 1695. 4. nebst 5 Fortsetzungen von 1696 — 1717. opera omnia. Lugd Batav. 1722. 4.
ε) Anatomy of plants Lond. 1682. fol.
ζ) Nützliche Versuche Th. III. Cap. 6.

Thümmig α), **Needham** β), **Ledermüller** γ), **Gleichen** genannt **Rußworm** δ), **Hill** ε), **Hedwig** ζ), **O. F. Müller** η), so wie in den schon angeführten Schriften von **Joblot**, **Baker** und **Adams**.

Von den Mikrometern bey den Mikroskopen s. den Artikel, **Mikrometer**.

M. s. *Montucla* histoire des mathématiques Tom. II. P. IV. lib. 3. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** an mehreren Stellen. *Wolf* elementa matheseos vniuersae; in element. dioptricae Halae 1753. 4. Tom. III. **Smith** vollständiger Lehrbegriff der Optik, durch **Kästner** an verschiedenen Stellen. Essay on the microscope, by *G. Adams*. Lond. 1787. 4. maj.

Milchstraße, Jakobsstraße (via lactea, galaxia, voie lactée, voie de lait) ist ein ununterbrochener weißlich schimmernder Streif oder Gürtel, welcher sich fast in der Lage eines größten Kreises um die ganze Himmelskugel erstrecket, an einigen Stellen eine größere Breite als an andern besitzet, an einigen einfach, und an andern in mehrere Streifen getheilet ist. Sie geht durch folgende Sternbilder: Cassiopeja, Perseus, südlichen Theil des Fuhrmanns, östlichen Arm des Orions, Füße der Zwillinge, Monoceros, Schiff (wo ihr Lichtschimmer am lebhaftesten ist), Füße des Centaurus, Kreuz, südliches Dreyeck, Altar, Schwanz des Scorpions, Bogen des Schützen (von hier bis zum Schwan erscheinet sie in getheilten Streifen), östlichen Theil des

α) Experim. singulare de arboribus ex foliis educatis c. 2. p. 10. und in den Actis erudit. Lips. 1721. p. 24.

β) New Microscopical Discoveries. Lond. 1745. 8. Franz. übersetzt. Paris 1750. 8.

γ) Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzung. Nürnb. 1760. gr. 4.

δ) Neuestes aus dem Reiche der Pflanzen, oder mikroskopische Untersuch. Nürnb. 1764. gr. Fol. ingl. auserlesene mikroskopische Entdeck. bey Pflanzen, Blumen u. s. Nürnb. 1770 — 1780. gr. 4.

ε) The construction of timber Lond. 1770. 8.

ζ) Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum Petrop. 1784. 4.

η) Animalcula infusoria fluuiatilia et marina. Havn. 1786. 4.

des Ophiuchus, sobieskische Schild, Schwanz der Schlange, Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus bis wieder zur Cassiopeja.

Schon **Demokrit** hat nach dem Zeugnisse **Plutarchs** *) den Schimmer der Milchstraße als einen vereinten Glanz einer großen Menge Fixsterne betrachtet, welche zu klein wären, um einzeln gesehen zu werden. Auch **Manilius** führet in seinem Astronomicon unter andern Muthmaßungen diese Meinung an. Nach der Entdeckung der Fernröhre wurde dieß von **Galilei** bestätiget, melcher viele Stellen der Milchstraße sogleich für eine unzählbare Menge angehäufter Fixsterne erkannte. Wenn es auch gleich noch Stellen in diesem schimmernden Gürtel gibt, welche auch durch die besten Fernröhre betrachtet dem Auge beständig noch als ein Lichtschimmer bleiben, so kann man doch mit der größten Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die ganze Erscheinung der Milchstraße bloß von dem vereinten Lichte unzählbarer zusammengesetzter Sterne herrühre, welche von der Erde aus betrachtet in unermeßlichen Entfernungen in unendlichen Reihen über und neben einander liegen.

Einem jeden Beobachter des Himmels muß es aber natürlich auffallend seyn, daß das übrige Gefilde des Himmels gegen die Milchstraße so öde aussiehet, und er wird sich beständig zu fragen geneigt fühlen, warum der Schöpfer gerade an dieser Stelle ein so unermeßliches Heer von Weltkörpern gleichsam mit Verschwendung hingesetzet habe? Denn diesen prachtvollen gestirnten Gürtel von einem bloßen ungefähren Zufalle abzuleiten, wäre eben so viel gesagt, als alles in der Welt hänge vom blinden Zufalle ab. Es ist also der Mensch, als vernünftiges Wesen berechtiget zu fragen, woher stehen die Sterne der Milchstraße so sehr gedrängt, warum liegen sie alle in einem Kreise, der von beiden Polen in entgegengesetzter Richtung fast gleich weit entfernet bleibt, und folglich mitten über den Himmel hinzieht?

*) Opera, cum anotat. *Xylandri* Tom. VI. Francof. ad Moen. 1592. 8. II. 15. 16. 20. 25. III. 1.

zieht? Nach Herrn **Bode** läßt sich auf diese Frage folgendes antworten, die Sterne der Milchstraße sind vermuthlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beysammen, wie es scheint, sondern sie stehen daselbst in den unergründlichen Tiefen des Himmels in unzählbaren Reihen über einander, und erscheinen uns folglich deßwegen mehr angehäuft, als in andern Gegenden, wo wir die Stellung der Sterne mehrentheils der Fläche nach sehen, ungefähr eben so, wie diejenigen Bäume in einem Walde, welche wir in langen Alleen hinter einander sehen, enger beysammen, als die neben uns stehenden, sich zeigen. Hiernach müßten die sämmtlichen Fixsterne mit ihren Planetenkreisen nicht sphärisch, sondern in einer um f (fig. 111.) sehr abgeglatteten linsenförmigen Figur aufgestellet seyn. Unser Sonnensystem f befindet sich vermuthlich nicht in der größten Fläche der gesammten Fixsternsysteme, sondern etwas außerhalb derselben, weil die Milchstraße nicht völlig in der Lage eines größten Kreises der Sphäre erscheinet, sondern von dem Nordpole, wo die Cassiopeja in derselben steht, einen Abstand von 30 Graden, vom Südpole aber, wo das südliche Dreyeck vorgestellet wird, einen Abstand von kaum 20 Graden behält. Auch muß das Sonnensystem weit vom Mittelpunkte C entfernet seyn, weil die Milchstraße gegen den Adler hin viel breiter und die Sterne zerstreueter erscheinen, als gegen über gen A, wo der Orion sich zeigt. Dieser Vorstellung gemäß würden sich alle einzelne Fixsternsysteme gegen die Milchstraße auf eine ähnliche Art beziehen, wie unsere Planeten auf den Thierkreis.

Diese sehr ungezwungenen Erklärungen über die Ordnung der Fixsternwelt haben **Kant** [α]) und **Lambert** [β]) noch weiter ausgeführet.

Herr **la Place** [γ]) vermuthet, daß die Firsterne anstatt in ungefähr gleichen Entfernungen durch den Weltraum zerstreuet

α) Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.
β) Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues.
γ) Darstellung des Weltsystems aus dem Französ. Th. II. S. 334.

zerstreuet zu seyn, in verschiedenen Gruppen, deren jede aus mehreren Milliarden von Sternen bestehet, zusammen verbunden seyn. Unsere Sonne und die glänzendsten Fixsterne machen wahrscheinlich einen Theil einer solchen Gruppe aus, welche, aus unserem Standpunkte gesehen, sich um den Himmel herzuziehen scheinet, und die Milchstraße bildet. Die große Menge von Sternen, die man im Felde eines nach diesem Streifen gerichteten großen Teleskops zugleich erblickt, beweiset uns seine unmeßliche Tiefe, die tausend Mahl größer ist, als die Entfernung des Sirius von der Erde. Wenn man sich davon entfernte, so würde sie endlich unter der Gestalt eines blassen und zusammenhängenden Lichtes von einem kleinen Durchmesser erscheinen; denn alsdann würde die Irradiation, die auch bey den stärksten Teleskopen besteht, die Zwischenräume der Sterne bedecken, und unmerklich machen. Es ist daher wahrscheinlich, daß die sternlosen Nebelflecken aus sehr großen Entfernungen gesehene Stern-Gruppen sind, denen man nur näher zu kommen brauchte, um sie unter ähnlichen Gestalten, wie die Milchstraße zu sehen. Die gegenseitigen Entfernungen der Sterne, welche jede Gruppe bilden, sind zum wenigsten hunderttausend Mahl größer, als die Entfernung der Sonne von der Erde; man kann also von der ungeheueren Ausdehnung dieser Gruppen nach der Menge der Sterne urtheilen, die man in der Milchstraße siehet. Denkt man nun über die geringe Breite und große Anzahl der Nebelflecken nach, welche durch unvergleichbar größere Zwischenräume von einander getrennt sind, als die Sterne, woraus sie bestehen, so wird es der über die Unermeßlichkeit des Metalls erstaunten Einbildungskraft schwer, sich Grenzen dabey zu denken.

M. s. **Bode** Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, und dessen kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde.

Milchzuckersäure (acidum galacticum, sacchari lactis, saccholacticum, acide saccholactique) ist eine im neuern Systeme der Chemie aufgeführte eigenthümliche

Säure,

Säure, welche aus dem Milchzucker gewonnen wird. Herr Scheele α) fand nämlich bey der Zerlegung des Milchzuckers durch Salpetersäure ein weißes Pulver, welches alle Kennzeichen einer Säure hatte, selbst im Wasser schwer auflöslich war, und seitdem den Nahmen Milchzuckersäure erhielt. Herr **Hermbstädt** β) hielt sie für keine Säure von besonderer Art, sondern für Kalkerde mit Sauerkleesäure übersättiget. Allein sie unterscheidet sich in mehreren Eigenschaften von der sauerkleesaueren Kalkerde. Die Verbindungen dieser Säure haben den Nahmen saccholates erhalten, z. B. saccholate de potasse, saccholate de chaux u. s. f. Nach dem neuern Systeme besteht sie aus Kohlenstoff, Wasserstoff und etwas Kalkerde; nach dem Brennstoffsystem aus Brennstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und etwas Kalkerde. Sie scheint ein Produkt der Operation, durch die sie gewonnen wird, zu seyn.

Der **Milchzucker**, welcher sehr viel ähnliches mit dem Zucker aus dem Zuckerrohr hat, ist selbst in den Molken enthalten, woraus er durch Abdunsten und Krystallisiren gewonnen wird. Bey der Zerlegung gibt er außer der Milchzuckersäure auch Sauerkleesäure. Von demselben ist das Sauerwerden der Milch abzuleiten, wobey er eine wahre Essiggährung erleidet und dadurch zersetzet wird. In dem neuern Systeme hat man eine eigene Säure unter dem Nahmen **Milchsäure** (acidum lacticum, acide lactique) angenommen. Ihre Verbindungen werden lactates genannt. Sie hat aber sehr viel ähnliches mit der Essigsäure, und scheint von dieser nicht wesentlich verschieden zu seyn.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Halle 1794. Th. II. §. 1605 — 1613. §. 1649.

Minera-

α) Schwed. Abhandl. 1780. S. 269. übersetzt in Crells neuest. Entdeckung. Th. VIII. S. 184 f.

β) Untersuchung der sauren Erde, welche man bey der Behandlung des Milchzuckers mit der Salpetersäure erhält; in Crells chem. Annalen 1784. B. II. S. 589 ff. und in seinen physik. chemisch. Versuch. und Beobacht. B. I. S. 291 ff.

Mineralien, Fossilien, Körper des Mineral- oder Steinreichs (corpora mineralia s. regni mineralis, fossilia, mineraux) heißen diejenigen natürlichen Körper, welche aus einfachen festen Theilen durch Einwirkung flüssiger Materien als Naturprodukte von ganz eigenen Arten zu betrachten sind, und welche wahrscheinlich erst durch Auflösungen sind erzeuget worden.

Man kann die Mineralien unter vier Classen bringen, deren erste die **Metalle**, die andere die **Salze**, die dritte die **brennbaren Materiale** und die vierte die **Erden** enthalten. Die ältern Mineralogen setzten hierzu noch eine fünfte Classe, welche die Steine enthalten sollten; allein es ist ausgemacht, daß diese durch Einwirkung der Flüssigkeiten auf Erden entstanden sind, und daher als verhärtete Erden angesehen werden können. Von allen diesen handeln eigene Artikel dieses Wörterbuchs, auch selbst von den sogenannten **Petrefakten** oder **Versteinerungen**, welche als ein Anhang zu den Mineralien betrachtet werden.

Mehrere Mineralien scheinen eben so alt als unsere Erde zu seyn; wie sie aber entstanden sind, das gehöret mit zu der Frage, wie ist unsere Erde gebildet worden? Was sich hiervon sagen läßt, findet man unter dem Artikel, **Erdkugel.** Erfahrungen in Menge erweisen, daß die Natur beständig neue Mineralien erzeuget. Veranlassungen hierzu geben unstreitig flüssige Materien, welche theils allmählige, theils aber auch gewaltsame Veränderungen und Revolutionen mit Einwirkung der erzeugten Wärme verursachen, und daher Zurückstoßungen der in der Erde verborgenen Stoffe bewirken, die sich nachher als Produkte zu ganz neuen Körperarten oder zu Mineralien verbinden. So fand auch der Herr **von Trebra** *), daß sich beständig neue Metalle und Erze erzeugen. Alte hölzerne Stempel, welche etwa 200 Jahre in einem Schachte auf dem Harze gelegen hatten, waren mit gediegenem Silber und Glanzerz angeflogen.

Die

*) Erfahrungen vom Innern der Gebirge. p. 53. sq.

Die Mineralien sind erst nach **Linné** von **Wallerius** α) und **Cronstedt** β) in vollständigere und beßere Systeme gebracht worden, wo sie größtentheils nach äußern Kennzeichen geordnet sind. Vorzüglich ist aber dieses System, die Mineralien nach den äußern Kennzeichen zusammen zu stellen, erst vom Herrn **Werner** γ) recht befestiget und begründet worden. **Torbern Bergmann** δ) hingegen hat die Eintheilung und Ordnung der Fossilien mehr nach den chemischen Bestandtheilen einzurichten vorgeschlagen, und Herr **Kirwan** ε) hat diesen Vorschlag auszuführen gesuchet. In den neuern Zeiten hat man überhaupt sehr viel darüber gestritten, ob es der Mineralogie einträglicher sey, die Aufstellung der Mineralien nach äußern Kennzeichen, oder nach den chemischen Bestandtheilen zu machen? Hierzu haben vorzüglich die chemischen Untersuchungen des Herrn **Klaproths** mit Mineralien Veranlassung gegeben. Was mich anbetrifft, so halte ich die Ordnung der Mineralien nach den äußern Kennzeichen noch immer für die beste, weil 1) bey den Untersuchungen der chemischen Bestandtheile noch manche Unbestimmtheiten vorfallen, und auch 2) die chemische Untersuchung die Kenntnisse der Mineralien nach den äußern Kennzeichen voraussetzet. In den neuern Zeiten haben mehrere oryktognostische Schriftsteller Darstellungen des Mineralreichs nach dem System des Herrn **Werners** herausgegeben, unter welchen hier nur die vorzüglichsten anzuführen sind. Dahin gehören die Lehrbücher der Herrn **Emmerling** ζ), **Lenz** η) und **Widen**-

α) Mineralogia. Stockh. 1747. 8. Systema mineralogicum. Holm. 1772. II. Vol. 8. Deutsch von Leske und Hebenstreit. Berlin 1781. II. Bände 8.

β) Försök til Mineralogie. Stockh. 1758. 8. Deutsch von A. G. Werner. Leipz. seit 1780. 8.

γ) Von den äußern Kennzeichen der Fossilien Leipz. 1774. 8.

δ) Sciagraphia regni mineralis. Lips. 1782. 8.

ε) Elements of mineralogy Lond. 1784. 8. Deutsch mit Anmerkung. von Crell. Berlin 1785. 8.

ζ) Lehrbuch der Mineralogie. Gießen 1893. 8.

η) Versuch einer vollständigen Einleitung zur Kenntniß der Mineralogie. II. Th. Leipz. 1794. 8.

denmann [a]). Auch hat Herr Forster [b]) einen Versuch gemacht, eine feste echt-lateinische Nomenklatur der Fossilien einzuführen.

Mineralwasser s. **Gesundbrunnen.**

Minuselektricität s. **Elektricität.**

Mittag, Mittagsgegend (meridies, auster, plaga meridionalis, midi, sud) heißt diejenige Welt- oder Himmelsgegend, wo die Sonne und Gestirne, in unsern nördlichen Landen betrachtet, in ihrer täglichen scheinbaren Bewegung die größte Höhe am Himmel haben.

Mittag, Mittagszeit (meridies, midi) ist die Zeit, in welcher der Mittelpunkt der Sonne in den Mittagskreis kömmt, oder da er culminiret. M. s. **Culmination.** Wie diese Zeit gefunden werden könne, ist ebenfalls unter dem Artikel, **Culmination,** gezeiget worden.

Die Astronomen fangen zu Mittage zu zählen an, und zählen in einem fort, bis zum Augenblicke, da der nächstfolgende Mittag wieder eintritt, 24 astronomische Stunden. Hingegen fängt man bey bürgerlichen Tagen 12 Stunden früher um Mitternacht an, und zählet bis zu Mittag 12 Stunden, und vom Mittage bis zur nächstfolgenden Mitternacht abermahls 12 Stunden; jene Stunden heißen daher auch **Morgenstunden** und diese **Nachmittagsstunden.** Der Mittag selbst fällt in die Mitte des Tages oder der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte zubringt, und hat davon auch den Nahmen.

Beide die astronomische und bürgerliche Zeitrechnung richtet sich nach dem wahren Mittage, welchen die Sonnenuhren, Gnomons und andere Beobachtungsmittel geben. Von dem wahren Mittage wird der **mittlere** unterschieden, oder diejenige Zeit, in welcher der mit gleichförmiger Bewegung gegen Osten fortgehende mittlere Ort der Sonne

 im

[a]) Handbuch des oryktognostischen Theils der Mineralogie. Leipzig 1794. gr. 8. mit einer Farbentabelle.

[b]) Onomatologia noua systematis oryctognosiae, vocabulis latinis expressa. Halae 1795. 1 Foliobogen.

im Meridiane anlangt. Der wahre Mittag erfolgt bald später, bald früher, als der mittlere, und vier Mahl des Jahres ist er mit dem mittlern Mittage gleich. Die Zeitgleichung gibt den Unterschied zwischen beiden Mittagshöhen an. M. s. **Gleichung der Zeit.**

Mittagsfläche (planum meridiani, plan du méridien) ist eine Ebene durch die Vertikallinie und durch die Weltaxe. Weil dem Anscheine nach die Himmelskugel sich täglich ein Mahl um ihre Axe drehet, so muß auch dieser Vorstellung gemäß ein jeder Punkt derselben dem Scheitelpunkte am nächsten kommen, oder culminiren, wenn er sich in gedachter Ebene befindet. Es muß also diese Ebene durch die Mittagsgegend gehen. Davon heißt sie die Mittagsfläche, und ihr Durchschnitt mit den Horizonte bestimmt daselbst den Mittelpunkt.

Die Mittagsfläche steht nicht allein auf der Ebene des Horizontes, sondern auch auf der Ebene des Aequators senkrecht.

Im Augenblicke des wahren Mittags, oder wenn der Mittelpunkt der Sonne culminiret, befinden sich die Schatten lothrecht aufgerichteter Stäbe auch in der Mittagsfläche.

Mittagshöhe (altitudo meridiana, altitude méridienne) heißt diejenige Höhe eines Sternes, da er in seiner täglichen Bewegung in den Mittagskreis gekommen ist. In dieser Höhe hat er gerade die Mitte seines Weges vom Aufgange bis zum Untergange erreichet. Solche Sterne, welche bey uns nicht untergehen, kommen täglich zwey Mahl in den Mittagskreis, und erreichen das eine Mahl ihre größte und das andere Mahl ihre kleinste Höhe. Ist von der Mittagshöhe schlechthin die Rede, so versteht man darunter gemeiniglich die größte Höhe.

Die Sonne hat also ihre Mittagshöhe zur Mittagszeit erreichet.

Mittagskreis, Mittagscirkel, Meridian (meridianus, méridien) heißt derjenige größte Kreis an der scheinbaren Himmelskugel, welcher durch beide Pole und den

Scheitelkreis gehet, oder der Durchschnitt der Mittagsfläche mit der Himmelskugel. Wenn die Sterne bey ihrer scheinbaren täglichen Bewegung in diesen Kreis kommen, so haben sie ihre größte Höhe erreichet, und der Mittelpunkt der Sonne in selbigem bestimmt den wahren Mittag.

Der Mittagskreis theilet die Himmelskugel in zwey Halbkugeln ab, nämlich in die **westliche** und **östliche** (hemisphaerium occidentale et orientale). Der Beobachter, welcher sich in unsern nördlichen Ländern mit dem Gesichte gegen Mittag kehret, hat die westliche Halbkugel zur Rechten, und die östliche zur Linken. Der Meridian schneidet den Horizont im wahren **Mittagspunkte** und **Mitternachtspunkte**; und die von diesen um 90 Grade entfernten Punkte des Horizontes, oder der **Abendpunkt** und **Morgenpunkt** sind die Pole des Mittagskreises.

Auf diesem Kreise werden die Polhöhe eines Ortes, die Aequatorhöhe, Deklination der Sterne u. s. f. angegeben. M. s. **Abweichung der Gestirne, Aequatorhöhe, Polhöhe.**

Mittagskreise der Erdkugel, Meridiane der Erde (meridiani terrestres s. terrae, méridiens de la terre) heißt ein jeder von den größten Kreisen auf der Oberfläche der Erdkugel, welche durch beide Pole derselben gehen. Wird ein solcher Kreis durch irgend einen Ort auf der Erde gezogen, so ist er alsdann dieses Ortes Meridian, und seine erweiterte Ebene für denselben Ort die Mittagsfläche, welche an der scheinbaren Himmelskugel den Mittagskreis abschneidet.

Meistentheils aber versteht man unter dem Meridian eines Ortes auf der Erde nur die Hälfte des größten Kreises, welcher von einem Pole zum andern durch den Ort selbst gehet; in diesem Sinne wird alsdann die andere Hälfte des Kreises der entgegengesetzte Meridian des Ortes seyn. Es stehen daher auch alle Meridiane auf dem Erdäquator senkrecht, und diejenigen Oerter, welche in einerley Meridian liegen, haben auch am Himmel einerley Mittagskreis, mit-

hin zugleich Mittag und einerley Zeit; die Orte des entgegengesetzten Meridians werden alsdann die entgegengesetzte Hälfte des Mittagskreises am Himmel sehen, und folglich in Ansehung ihrer Mittage und Zeitangaben von jenen Orten um 12 Stunden verschieden seyn.

Die Mittagskreise werden wie alle übrige Kreise in 360 Grade getheilet. Die geographische Breite der Oerter wird in dergleichen Graden und Theilen davon angegeben. M. s. **Breite, geographische.** Nimmt man dabey auf die gegen die Pole zu abgeplattete Gestalt der Erde Rücksicht, so können auch die Grade der Mittagskreise nicht von einerley Größe seyn, sondern sie sind gegen die Pole zu größer als gegen den Aequator. M. s. **Erdkugel.**

Alle Oerter, welche in einerley Meridiane liegen, haben einerley geographische Länge. Diejenigen hingegen, welche nicht in einerley Mittagskreise sich befinden, haben auch verschiedene Länge, und es wird der Unterschied der Längen durch den Unterschied der Meridiane, d. i. durch den Unterschied der Zeit bestimmt. M. s. **Länge, geographische.**

Mittagskreis, erster (meridianus primus, prémier méridien) heißt derjenige Mittagskreis, welcher durch einen im Aequator willkürlich angenommenen Punkt geleget, oder welcher als der erste unter allen betrachtet wird. Wenn man durch verschiedene Oerter auf der Erdoberfläche Meridiane leget, so geben die zwischen ihnen gelegenen Bogen des Aequators die Unterschiede der Längen dieser Oerter an. Verlanget man aber absolute Größen der Längen dieser Oerter, so müssen sie alle von einerley Punkt des Aequators aus gerechnet werden, und eben der Mittagskreis durch diesen Punkt gelegt wird der erste unter den übrigen genannt. Weil aber die Lage dieses Punktes ganz willkürlich ist, so hat man auch selbst dem ersten Mittagskreise verschiedene Lagen gegeben. Die Alten zogen ihn etwa durch die westlichen ihnen bekannten Länder; **Ptolemäus** durch die westwärts der afrikanischen Küste gelegenen canarischen Inseln, von welchen man die Erdfläche zu rechnen anfieng, weil man dazumahl weiter

gegen

gegen Westen hin kein Land mehr kannte. Selbst jetzt ist es noch gewöhnlich, den ersten Meridian in diese Gegend zu legen. Dadurch erlangt man wenigstens auf den Landkarten den Vortheil, daß die alte Welt ganz in die östliche, und die neue größtentheils in die westliche Halbkugel der Erde fällt. Dieß verschafft besonders bey Planiglobien, welche die ganze Erdfläche auf zwey neben einander liegenden Halbkugeln vorstellen, den Vortheil, daß man nicht nöthig hat, dieselben durch die Ebene des ersten Mittagskreises zu zerschneiden.

Gerhard Mercator auf seinen Karten, und nach ihm **Riccioli** legten den ersten Meridian durch die canarische Insel Palma, und zwar durch den Hafen St. Creuz, weil Colom aus selbigem zur Entdeckung der neuen Welt ausgesegelt ist. Weiter westwärts wurde er von Wilhelm **Blaeu** durch die azorischen Inseln **del Corvo** und **Flores** gezogen, weil daselbst zu seiner Zeit die Magnetnadel keine Abweichung zeigte; nachher aber rückte er ihn selbst auf die canarische Insel **Teneriffa**, worin ihm nachher fast alle holländische Geographen gefolget sind.

In Frankreich hingegen zog man diesen Kreis durch den westlichsten Ort der canarischen Inseln, nämlich durch die Insel **Ferro** oder **Ferri.** Und selbst **Ludwig** XIII. setzte durch einen Befehl vom 25. Aprill 1634 fest, daß die französischen Geographen und Seefahrer die Längen der Oerter nie anders, als von da aus, rechnen sollten. Die westliche Küste dieser Insel liegt einige Minuten über 20 Grade vom Meridiane der pariser Sternwarte gegen Abend, und man nimmt den ersten Meridian, um die Rechnung zu erleichtern, genau 20 Grade von dem pariser Meridian an. Von dieser Zeit fängt man von diesem ersten Meridiane an die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen um die ganze Erde herum fortzuzählen.

An sich kommt wenig darauf an, wo man den ersten Meridian hinlegen will, weil in der Ausübung nicht absolute Längen, sondern nur Unterschiede derselben gebrauchet werden, um die wahre Lage der Oerter auf der Oberfläche der Erde zu

bestimmen. M. s. **Länge, geographische.** Daher auch die Astronomen mehrentheils den Mittagskreis ihrer Sternwarten als den ersten annehmen, wie z. B. **Tycho** den von Uranienburg, **Flamstead** den zu Greenwich, **Manfredini** den zu Bologna u. s. f.

M. s. **Lulofs** Einleitung zur mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel. A. d. Holl. durch **Kästner.** Gött. und Leipz. 1755. 8. §. 619. 620.

Mittagskreis, magnetischer (meridianus magneticus, méridien magnétique). Wenn sich eine Magnetnadel ganz frey bewegen kann, so bleibt sie zuletzt in einer Lage stehen, deren Richtung nicht ganz genau nach dem wahren Mittags- und Mitternachtspunkte geht, sondern von selbiger mehr oder weniger abweicht. M. s. **Abweichung der Magnetnadel.** Legt man durch die Richtung der Magnetnadel eine auf den Horizont senkrechte Ebene, so wird diese gehörig erweitert durch den Mittelpunkt der scheinbaren Himmelskugel gehen, und diese selbst in einem größten Kreise schneiden, welcher der **magnetische Meridian** und seine Ebene die **magnetische Mittagsebene** genannt wird. Die Lage des magnetischen Mittagskreises ist an jedem Orte der Erde eine andere, und selbst für einerley Ort mit der Zeit veränderlich.

Mittagslinie (linea meridiana, ligne méridienne) ist die Durchschnittslinie der Mittagsfläche mit der Horizontalfläche. Man kann einen kleinen Theil derselben an einem Orte der Ebene als einen Theil des durch diesen Ort gehenden Mittagskreises der Erde selbst betrachten, welcher immer noch als gerade angenommen werden kann, so lange die Krümmung der Erde nicht merklich ist. Werden hingegen mehrere solche Theile der Mittagslinie für verschiedene Orte, die in einerley Mittagskreise liegen, mit einander verbunden, so machen sie endlich einen Bogen des Mittagskreises selbst aus. Wenn also die Mittagslinie eines Ortes sehr weit verlängert wird, so krümmt sie sich in einen wahren Bogen des Meridians.

Zu astronomischen Beobachtungen ist die Mittagslinie gar nicht zu entbehren, und im bürgerlichen Leben ist sie zu mehr als einer Absicht nützlich. So dient sie z. B. zur richtigen Bestimmung der Zeit und gehöriger Stellung der Uhren, zur Verzeichnung der Sonnenuhren u. s. f. Es gibt viele Methoden, die Mittagslinie eines Ortes zu finden. So bedienen sich die Astronomen folgender Methode, auf ihren Sternwarten die Mittagslinie zu suchen; in einer erhabenen gegen Süden liegenden Mauer oder in einem Fensterladen macht man ein kleines Loch, durch welches die Sonne zu Mittage auf den Boden, oder eine besonders dazu eingerichtete völlig horizontale Ebene, scheinen kann. Etwa 3 Stunden Vor- und Nachmittage sucht man einige Mahl übereinstimmende Sonnenhöhen mit einem genau eingetheilten Quadranten, und bemerket dabey die Zeit einer jeden Vor- und Nachmittag mit einander correspondirenden Höhe, durch das Mittel davon erhält man die Zeit, welche die Pendeluhr im wahren Mittage zeigte. Im folgenden Tage bemerket man um diese Zeit den Punkt des Bodens, wo das Sonnenbild hintrifft, und zieht durch denselben und den senkrecht unter der Oeffnung im Fensterladen liegenden Punkt des Bodens eine Linie, welche die Mittagslinie seyn wird. Die gemeinste Art aber, selbige zu finden, besteht im folgenden: auf einer wagrechten Ebene beschreibet man aus einem Punkte (fig. 112.) c verschiedene concentrische Kreisbogen, und errichtet in den Mittelpunkte c dieser concentrischen Kreise einen Stift von etwa 6 bis 9 Zoll senkrecht auf; hiernächst bemerket man vor Mittage zwischen 9 bis 11 Uhr und nach Mittage zwischen 1 bis 3 Uhr die Punkte, wo das Ende des Schattens dieses Stiftes einen von den beschriebenen Kreisbogen berühret, alsdann zieht man durch diese Punkte gerade Linien wie bey a b, und theilet sie in zwey gleiche Theile, so wird die durch c und die Theilungspunkte gezogene gerade Linie c d die Lage der Mittagslinie angeben. Durch dieses Verfahren werden ebenfalls correspondirende Sonnenhöhen beobachtet; denn weil die Punkte

a und b in einerley Kreise um c liegen, so werden die Schatten Vormittags mit den des Nachmittags gleich lang, folglich stand die Sonne beide Mahl gleich hoch. Da nun die Mittagsfläche zwischen den Gegenden, da die Gestirne auf der Morgen- und Abendseite gleiche Höhen erreichen, mitten inne stehet, so ist auch eine zwischen a und b gezogene Linie durch c in der Mittagsfläche, und weil sie zugleich horizontal ist, die Mittagslinie. Man sieht leicht, daß zu dieser Bestimmung nur ein Kreis um c hinreichend gewesen wäre, der Genauigkeit wegen aber werden mehrere beschrieben.

Bey diesen Methoden, die Mittagslinie eines Ortes zu finden, müssen wegen der von Vor- bis Nachmittage veränderlichen Abweichung der Sonne eigentlich noch die gehörigen Berichtigungen gemacht werden, welche jedoch beym gewöhnlichen Gebrauche ganz weggelassen werden können, und auch überhaupt ganz wegfallen, wenn man zur Findung der Mittagslinie die Zeit der Sonnenwende wählet.

Außer dem Gebrauche der Mittagslinien zu astronomischen Beobachtungen sind auch Mittagslinien zur Abmessung der Grade auf der Erdkugel und überhaupt zur Verbesserung der geographischen Ortsbestimmungen durch ganze Länder gezogen und verlängert worden. Die berühmteste Unternehmung dieser Art ist die Verlängerung der Mittagslinie der pariser Sternwarte, welche von **Picard** angefangen, von **Johann Dominicus Cassini** in den Jahren 1700 und 1701 südwärts bis Collioure an den Pyrenäen und von **Jakob Cassini, Maraldi** und **de la Hire** 1718 nordwärts bis Dünkirchen, zusammen durch einen Bogen von 8° 31′ 6½″ des Mittagskreises der Erde fortgesetzet worden α). Um diese Mittagslinie auf der Sternwarte selbst kennbar zu machen, sind Obelisken aufgerichtet, welche von da aus am Gesichtskreise den wahren **Mittags- und Mitternachtspunkt** bezeichnen β).

Auch

α) *Jacques Cassini* traité de la figure et de la grandeur de la terre; in der Suite des mémoir. de l'Acad. des scienc. 1718.
β) *Le Monnier*; in den mémoir. de l'Acad. des scienc. 1743.

Auch sind verschiedene zu astronomischen Beobachtungen bestimmte Mittagslinien mit einem Gnomon, d. i. mit einer Veranstaltung versehen, durch welche zur Zeit des Mittags ein Bild der Sonne auf die Mittagslinie fällt. Unter andern ließ der Kaiser **Augustus** auf den Marsfeldern bey Rom, einen 116¾ römischen Fuß hohen Obelisk zu einem Gnomon errichten, der größte bisher bekannte Gnomon wurde im 15ten Jahrhunderte von **Toscanella** zu Florenz errichtet, und seine Höhe ging auf 280 Fuß. Im Jahre 1575 wurde von **Egnaz Dante** zu Bologna ein Gnomon errichtet, und vom ältern **Cassini** 1695 geprüfet. Dieser Gnomon wurde besonders durch das Werk des **Manfredini** [a]) berühmt. In der Sulpiciuskirche zu Paris hat le **Monnier** einen schon von **Sully** 1727 aufgestellten Gnomon verbessert. Je höher der Gnomon, oder die Oeffnung, wodurch die Sonne zu Mittag scheinet, übern Boden ist, um desto genauer wird der Augenblick des wahren Mittags gefunden, desto genauere Veranstaltungen sind sie daher auch für die praktische Astronomie.

Mittagspunkt, Südpunkt (meridies, auster, midi, sud) ist der Durchschnittspunkt des Mittagskreises mit dem Horizonte nach der Mittagsseite hin. Von den Schiffern wird dieser Punkt **Süden** genannt. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welchen die vier Hauptgegenden im Horizonte bestimmt werden. M. s. **Weltgegenden**. Von diesem Punkte wird die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mittagsgegend** genannt, und man sagt von dem, was sich daselbst ereignet, es geschehe gegen Mittag. Von diesem Punkte aus rechnet man die Grade auf dem Horizonte des Azimuthalwinkels der Gestirne. M. s. **Azimuth**.

Mittel (medium, milieu) heißt in der Naturlehre überhaupt diejenige Materie, welche andere Körper umgibt, und in welcher sie sich bewegen, oder worin sonst Bewegungen fortgepflanzet werden. So heißt die Luft das Mittel, in

a) De gnomone Bononiensi. Bonon. 1736. 4.

in welchem wir uns befinden, worin der Schall sich fortpflanzet, das Licht sich fortbeweget u. s. f. Glas, Wasser, Crystall u. s. solche durchsichtige Mittel, durch welche das Licht hindurch gehet; Wasser das Mittel, worin sich die Fische und andere Thiere bewegen. Geht das Licht aus der Luft ins Glas oder Wasser, und von da wieder in die Luft, so sagt man, es gehe aus einem Mittel in das andere u. s. f. Selbst der Widerstand, welcher ein in Bewegung versetzter Körper von der umgebenden Materie erleidet, wird unter dem Nahmen des **Widerstandes der Mittel** (resistentia mediorum) betrachtet.

Mittelpunkt (centrum, centre). In der Größenlehre heißt der Mittelpunkt derjenige Punkt im begrenzten Raume, welcher von der Grenze desselben allenthalben gleich weit entfernet ist, wie z. B. der Mittelpunkt eines Kreises, eine Kugel. Der Mittelpunkt einer regulairen Figur oder eines regulairen Körpers heißt derjenige, welcher nicht allein von allen Winkel- oder Eckpunkten, sondern auch von allen Seitenlinien oder Seitenflächen gleich weit entfernet ist. Auch nennt man überhaupt denjenigen Punkt in einer Figur oder in einem Körper, durch welchen irgend eine gerade Linie oder Ebene so geleget werden kann, daß letztere die Figur oder den Körper in zwey gleichen und ähnlichen Hälften theilen, den **Mittelpunkt** der ganzen Figur oder des ganzen Körpers. So läßt sich also selbst in manchen irregulairen Figuren und irregulairen Körpern ein Mittelpunkt gedenken, wie z. B. in Parallelogrammen, Ellipsen, Cylindern, Prismen, Ellipsoiden u. s. Dieser Punkt heißt der **Mittelpunkt der Größe** (centrum magnitudinis).

Der Nahme Mittelpunkt wird außerdem noch bey mathematischen und vorzüglich bey physischen Untersuchungen in verschiedener anderer Bedeutung genommen. Wenn z. B. auf einen Körper an verschiedenen Stellen mehrere Kräfte wirken, so kann man sich vorstellen, als wenn alle diese Kräfte in einem einzigen Punkte des Körpers angebracht

wären,

wären, und zusammen in diesem Punkte eben die Wirkung hervorbringen würden, welche sie zusammen an ihrer Stelle des Körpers bewirken würden. Dieser Punkt wird alsdann ebenfalls der **Mittelpunkt**, und in diesem Beyspiele besonders der **Mittelpunkt der Kräfte** genannt. Auf diese Art sind größtentheils folgende Benennungen entstanden.

Mittelpunkt der Anziehung oder der Gravitation (centrum attractionis f. grauitationis, centre d'attraction ou de grauitation) heißt derjenige Punkt des anziehenden Körpers, nach welchem die Richtung der ganzen Anziehung geht. Wenn z. B. ein Körper von allen Theilen einer Kugel angezogen würde, so könnte auch die Anziehung wegen der ungleichen Entfernungen des Körpers von den Theilen der Kugel allenthalben nicht gleich groß seyn. Kann man sich aber die Vorstellung machen, daß alle diese verschiedenen Anziehungen gleichsam in der Mitte der Kugel vereint wären, so heißt alsdann dieser Punkt der **Mittelpunkt der Anziehung**. Daß man nach dem Systeme der relativen Undurchdringlichkeit der Materie Anziehungen derselben gegen einander ursprünglich annehmen müsse, mithin auch diese in jedem Körper von bestimmter Form als in einem einzigen idealischen Punkte als zusammen vereint betrachten könne, ist unter dem Artikel, **Grundkräfte**, gezeiget worden.

Newton hat im ersten Buche seiner Princip. die Mittelpunkte der Anziehung für verschiedene Fälle berechnet. Ist die Masse der Kugel, die gegen einen andern Körper Anziehung ausübet, in gleichen Entfernungen von dem Mittelpunkte gleichförmig dicht, so finden hier zwey Fälle Statt, in welchen der Mittelpunkt der Kugel als der Mittelpunkt der Anziehung gedacht werden kann, nämlich 1) wenn sich die Anziehungen der verschiedenen Theile der Kugel gegen den Körper verhalten gerade wie die Entfernungen, und 2) wenn sie sich verkehrt wie die Quadrate dieser Entfernungen verhalten. Wenn hingegen die Stärke oder Anziehung nach andern Verhältnissen der Entfernungen bestimmt wird, so

kann

kann auch die Größe der Anziehung nicht mehr so berechnet werden, als ob die ganze anziehende Masse im Mittelpunkte vereiniget wäre.

Weil in der Natur alle Materie wirklich Gravitation gegen einander nach dem Gesetze Num. 2. ausübet, und die himmlischen Körper als wirkliche Kugeln betrachtet werden können, welche von ihren Mittelpunkten aus in gleichen Entfernungen eine gleiche Dichtigkeit besitzen, so kann man auch bey Berechnungen der Gravitation die ganze Masse der Himmelskörper als vereint in ihrem Mittelpunkte ansehen.

In Ansehung der Schwere der Körper auf unserer Erde gegen selbige muß noch die abgeplattete Gestalt derselben in Betrachtung gezogen werden. Wenn sie eine vollkommene Kugel wäre, welche vom Mittelpunkte aus in gleichen Entfernungen gleich dichte Materie besäße, so würde auch hier ihr Mittelpunkt der Größe mit dem Mittelpunkte der Schwere zusammenfallen. Die abgeplattete Gestalt aber verursachet, daß Abweichungen hiervon Statt haben. Die Erfahrung lehret, daß die Richtungen der Schwere auf der Erdfläche in der Horizontalebene senkrecht stehen, daher sie auch den Mittelpunkt des Erdsphäroids nur unter dem Aequator und unter den Polen treffen können, in allen übrigen Orten der Erde aber neben ihm vorbeygehen. M. s. **Erdkugel.** Th. II. S. 198.

Mittelpunkt der Bewegung (centrum motus, centre du mouvement) ist derjenige Punkt, um welchen sich ein oder mehrere Körper bewegen, und Kreise oder Kreisbogen beschreiben, wie z. B. der Mittelpunkt der Axe eines Rades an der Welle, der Ruhepunkt eines Hebels, der Auflösungspunkt eines Pendels u. s. f.

Mittelpunkt des Gleichgewichtes (centrum aequilibrii s. aequilibrationis, centre d'équilibre) ist derjenige Punkt in einem System von Körpern, welche mit einander verbunden und von äußern Kräften getrieben werden, der unterstützet werden muß, wenn das ganze System im Gleichgewichte seyn soll. Es ist hier nämlich eben so viel, als

als ob alle wirkende Kräfte des Systems in diesem Punkte beysammen wären. Ein besonderer Fall hiervon ist dieser, wenn die Körper, welche unter einander verbunden sind, bloß als Gewichte wirken; in diesem Falle wird der Punkt der **Mittelpunkt der Schwere** genannt.

Mittelpunkt der Kräfte s. **Centralbewegung.**

Mittelpunkt der Masse oder der Trägheit (centrum massae s. inertiae, centre de masse ou d'inertie). Diesen Nahmen gibt **Euler** dem Schwerpunkte einer Masse, wenn man nicht sowohl auf die Schwere des Körpers, als vielmehr auf andere beschleunigende Kräfte, welche auf die Masse wirken, Rücksicht zu nehmen hat. Wie z. B. wenn ein horizontaler Wind auf den Flügel einer Windmühle wirkt, so kann man sich die ganze Wirkung im Schwerpunkte des Windflügels vereint vorstellen. Einen solchen Punkt will **Euler** lieber den Mittelpunkt der Masse oder der Trägheit nennen.

Mittelpunkt, phonischer (centrum phonicum, centre phonique) ist die Stelle, wo sich die rufende Person bey einem vielfachen Echo finden muß.

Mittelpunkt, phonokamptischer (centrum phonocampticum, centre phonocamptique) ist der Ort, von welchem der Schall beym Echo reflektiret wird.

Mittelpunkt der Schwere s. **Schwerpunkt.**

Mittelpunkt des Schwunges, Schwungspunkt (centrum oscillationis, centre d'oscillation) heißt derjenige Punkt eines zusammengesetzten Pendels, in welchem die schwere Masse des ganzen Pendels vereiniget um denselben Aufhängungspunkt eben so schnelle Schwingungspunkte machen würde, als das zusammengesetzte Pendel selbst schwingt. Es sey (fig. 113.) a e f g ein zusammengesetztes Pendel, d der Mittelpunkt der Schwere desselben und a der Aufhängungspunkt, um welchen dasselbe freye Schwingungen machen kann, so kömmt es nun darauf an, die Länge eines einfachen Pendels zu bestimmen, dessen Schwingungszeit einerley mit der Schwingungszeit des zusammengesetzten

gesetzten Pendels ist. Man setze, die Länge des einfachen Pendels sey ac, welches mit dem zusammengesetzten Pendel gleichzeitig schwingt, so muß der Punkt c ganz allein als schwer betrachtet werden, wenn das zusammengesetzte Pendel auf das einfache reduciret seyn soll. Diese Länge des einfachen Pendels wäre also die Entfernung des schweren Punktes c von dem Auflösungspunkte a. Wenn man daher nur diesen Mittelpunkt der Schwingung zu bestimmen wüßte, so würde man das zusammengesetzte Pendel als ein einfaches ansehen können, dessen Länge die Entfernung von dem Aufhängungspunkte bis zu diesem Mittelpunkte wäre, und es ließe sich die ganze Theorie des zusammengesetzten Pendels auf die Lehre vom einfachen Pendel zurückbringen. **Huygens** a) hat die Theorie vom Schwingungspunkte erfunden. Schon im Jahre 1646 hatte der P. **Mersenne** die Aufgabe von den Schwingungen zusammengesetzter Pendel von bestimmter Figur den Mathematikern zur Auflösung vorgeleget, und hierzu besonders **Descartes**, **Robervaln** und den damahls noch jungen **Huygens** aufgefordert. Obgleich zu dieser Zeit die Mechanik noch nicht so weit entwickelt war, sie allgemein aufzulösen, so haben doch **Decartes** und **Roberval** Auflösungen für einzelne Fälle angegeben, welche von einander verschieden waren. Es entstand darüber ein heftiger Streit, worin beide Unrecht hatten. Sie fanden nämlich eigentlich nur den Mittelpunkt des Stoßes, welcher zufälliger Weise in diesen Fällen mit dem Schwingungspunkte einerley ist. **Huygens** hingegen betrachtete die Sache auf der rechten Seite, und fand zuerst eine wichtige allgemeine Theorie, welche in folgendem Satze enthalten ist:

Man dividire das Moment der Trägheit des Pendels für den Punkt a durch das statische Moment seines Gewichtes für eben den Punkt, so gibt

a) Horologium oscillatorium Paris 1673. Fol. p. 93.

gibt der Quotient den gesuchten Abstand ac für den Mittelpunkt des Schwunges.

Exemp. An der geraden, unbiegsamen, nicht schweren Linie (fig. 114.) ad schwingen um a die Massen b, e, d; man sucht ac oder den Abstand des Schwingungspunktes c. Die Momente der Trägheit um a sind $ab^2.b$, $ae^2.e$, $ad^2.d$. M. s. **Moment der Trägheit**; die statischen Momente um a sind ab.b, ae.e, ad.d. M. s. **Moment, statisches.** Daher

$$ac = \frac{ab^2.b + ae^2.e + ad^2.d}{ab.b + ae.e + ad.d}.$$

Wenn die Linie ad in allen ihren Elementen schwer wäre, so muß man auch die Momente für alle diese schweren Elemente suchen, wozu die Integralrechnung die besten Hülfsmittel an die Hand gibt. M. s. die Artikel, **Moment der Trägheit, Moment, statisches.** Wäre (fig. 113.) ag die geometrische Axe einer prismatischen oder cylindrischen Stange, welche man nach ihrer ganzen Länge durch darauf senkrechte Ebenen in unendlich kleine Schichten getheilet hätte, so würden die Schwerpunkte aller der Schichten in dieser Axe liegen, und die Gewichte der Schichten allein könnten alsdann als Gewichte der dazu gehörigen Punkte in der Axe angesehen werden. Eben so verhält man sich, wenn an der Stange unten bey g noch eine schwere Kugel gef oder sonst ein Körper von gegebener Gestalt und Größe hängt, welcher die Eigenschaft hat, daß er durch wagrechte Ebenen in Schichten getheilet werden kann, die ihre Schwerpunkte in der verlängerten Axe ag haben.

Ist der Halbmesser der Kugel efg $= \varrho$, die Länge ag $= \alpha$, a der Aufhängungspunkt, das Gewicht der Kugel $= p$, und das Gewicht der Stange $= \pi$, so findet man

$$ac = \frac{p(\frac{7}{5}\varrho^2 + 2\varrho\alpha + \alpha^2) + \frac{1}{3}\pi\alpha^2}{p(\varrho + \alpha) + \frac{1}{2}\pi\alpha}$$

Ist ag ein zarter Faden, so daß man sein Gewicht als unmerklich annehmen kann, so wird

$$ac = \frac{\frac{7}{5}\varrho^2 + 2\varrho\alpha + \alpha^2}{\varrho + \alpha} = \varrho + \alpha + \frac{\frac{2}{5}\varrho^2}{\varrho + \alpha};$$

wäre die Kugel selbst in g aufgehangen, so wäre $\alpha = 0$, mithin $ac = \varrho + \frac{2}{5}\varrho$. Für die Stange ag allein ohne Kugel hat man $p = 0$, und

$$ac = \frac{2}{3}\alpha.$$

Huygens leitete seine Theorie aus der Voraussetzung dieses Satzes ab, daß einzelne mit einander verbundene Massen durch den Fall so viel Kraft erhalten, daß ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt wieder eben so hoch steigen kann, so tief er gefallen ist, welcher Satz gewöhnlich der **Grundsatz der aufsteigenden Kräfte** genannt wird. Weil aber dieser Satz nicht allen evident genug zu seyn schien, so haben sich einige die Mühe gegeben, die Theorie auf andere Gründe zu bauen. Hiermit machte **Jakob Bernoulli** [α]) den Anfang, und bewies die Theorie aus der Lehre vom Hebel durch ein strenges mathematisches Verfahren, welches aber für zusammengesetzte Fälle etwas weitläuftig wird. Leichter und allgemeiner hat diese Sache **Johann Bernoulli** [β]) vorgetragen, welchem auch größtentheils Herr **Kästner** [γ]) gefolget ist. Aus der allgemeinen Theorie von der Umdrehung der festen Körper um eine unbewegliche Axe trägt **Euler** [δ]) diese Lehre als eine besondere Anwendung vor.

Mittelpunkt des Stoßes (centrum percussionis, centre de percussion) heißt derjenige Punkt eines in Bewegung begriffenen Körpers, wo man sich seinen völligen Stoß vereint vorstellen kann, so daß das Hinderniß, auf welches dieser Punkt stößt, die ganze Wirkung des Stoßes empfängt, und seine weitere Bewegung, wenn es nicht ausweicht, gänzlich aufhält. Bewegen sich alle materielle

Punkte

α) Mémoir. de l'Acad. des scienc. 1703. opp. *Jac. Bernoulli* p. 98.
β) Acta erudit. Lipf. 1714. und opp. *Jac. Bernoulli* Tom. II. n. 96. und Tom. IV. n. 177.
γ) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Absch. III. §. 6 u. f.
δ) Theoria motus corporum solid. cap. VI. VII.

Punkte eines bewegten Körpers mit gleicher Geschwindigkeit nach parallelen Linien, so ist alsdann der Mittelpunkt des Stoßes mit dem Mittelpunkte der Schwere einerley.

Wallis [α]) hat den Ausdruck, Mittelpunkt des Stoßes, zuerst gebrauchet, und nennt ihn den Punkt des größten Stoßes (punctum percussionis). Unter diesem Ausdrucke kann auch derjenige Punkt verstanden werden, durch welchen die Richtung des Stoßes durchgehen muß, wenn sie einem andern beweglichen Körper die größte Geschwindigkeit mittheilen soll. Wenn aber die bewegte Masse des Körpers nicht nach paralleler Richtung fortgehet, sondern sich um eine feste Axe drehet, so werden diese Punkte nicht alle Mahl einerley seyn. **Wallis** nahm den Ausdruck in dem zuerst erwähnten Sinne. Er betrachtete die Produkte aus den Massen aller einzelnen körperlichen Punkte des sich schwingenden Körpers in ihre Geschwindigkeiten, als so viele einzelne Pressungen in dem Augenblicke des Stoßes, und den Punkt des unbeweglichen Widerstandes, woran der Körper anschlägt, als die Unterlage. Suchte er nun, wie weit diese Unterlage vom Bewegungspunkt entfernet seyn müsse, damit alles im Gleichgewichte bleibe, so fand er für diese Entfernung eben den Ausdruck, welchen **Huygens** für den Mittelpunkt des Schwunges gefunden hatte. Daraus schloß **Wallis**, daß der Mittelpunkt des Stoßes vom Mittelpunkte des Schwunges nicht verschieden sey. Dadurch hat sich **Stone** [β]) verleiten lassen, beide Ausdrücke als völlig gleichgültig anzusehen, welches auch selbst **Jakob Bernoulli** [γ]) behauptet. Dagegen erinnert **Johann Bernoulli** [δ]) sehr richtig, daß diese Uebereinstimmung bei-

Rr 2 der

α) Mechanic. cap. XI. prop. 15.

β) Analyse des infinement petits comprenant le calcul integral. Paris 1735. 4. sect. VII. p. 131.

γ) Demonstration du principe de Mſr. *Huygens* touchant le centre du balancement, et de l'identité de ce centre avec celui de percussion; in opp. Tom. II. no. C. p. 951.

δ) Remarques sur le calcul integral de Mſr. *Stone*; in opp. Tom. IV. n. 170. p. 180. ſqq.

der Punkte nur zufällig sey, und bloß für einige Fälle Statt finde.

Euler [α]) nimmt den Ausdruck des Mittelpunktes des Stoßes im andern angezeigten Sinne.

Ausführlicher findet man die Theorie von den Mittelpunkten des Stoßes beym **Karsten** [β]).

Mittelpunkt der Umdrehung (centrum rotationis, centre de rotation) heißt derjenige Punkt, um welchen ein Körper sich drehet. In den mehresten Fällen ist dieser Punkt einerley mit dem Mittelpunkte der Bewegung, als z. B. der Aufhängungspunkt, um welchen sich ein Pendel drehet u. s. f.

In einer eigenen Bedeutung aber wird **freywilliger Mittelpunkt der Umdrehung** (centrum rotationis spontaneum, centre spontané de rotation) derjenige Punkt genannt, welcher unbewegt bleibt, und um welchen sich der Körper zu drehen anfängt, wenn er einen eccentrischen Stoß empfängt, Durch einen solchen Stoß nämlich erhält der Körper nicht allein eine fortgehende Bewegung aller seiner Theile, sondern auch eine Umdrehung, welche für jeden Theil so stark ist, als sie bey eben dem Stoße seyn würde, wenn der Schwerpunkt fest gehalten würde. Hierbey ist ein Punkt in der Ebene, in welcher die Richtung des Stoßes und der Schwerpunkt liegen, befindlich, welcher durch die fortgehende Bewegung eben so weit vorwärts, als durch die Umdrehung rückwärts geführet wird, welcher folglich ruhet, indem sich wirklich die übrigen bewegen. **Johann Bernoulli** [γ]) hat diesem Punkte die angeführte Benennung beygeleget. Bey fortdauernder Bewegung ändert er sich beständig, und alle Punkte der Ebene, welche vom Schwerpunkte gleich weit entfernet sind, werden der Reihe nach solche freywillige Mittelpunkte der Umdrehung.

M.

α) Robins erläuterte Artillerie. S. 182.
β) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. IV. Abschnitt XVIII.
γ) Opp. Tom. IV. n. 177. p. 265. sq.

M. s. **Kästner** höhere Mechanik. Absch. III. an verschied. Stellen. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. IV. Mechanik der festen Körper. Absch. XI. und XVIII.

Mittelsalze (salia media). Sonst bezeichnete man überhaupt mit diesem Nahmen alle zusammengesetzte Salze, welche aus Verbindung der Säuren mit Alkalien oder mit absorbirenden Erden entstehen, wenn die Alkalien oder Erden mit Säuren gesättiget sind. Sie wurden eingetheilet in **vollkommene** und **unvollkommene**; unter jenen verstand man diejenigen zusammengesetzten Salze, welche aus der Verbindung der Säuren mit Alkalien entstanden, und nannte sie auch **wahre Mittelsalze**; unter diesen aber diejenigen, welche aus Verbindung der Säuren mit Erden entsprangen, welche auch **analogische** oder **erdige Mittelsalze** genannt wurden (salia media terrestria). Die Ausdrücke Neutralsalze und Mittelsalze waren einerley.

Bergmann *) hingegen unterscheidet die Mittelsaze von den Neutralsalzen, und versteht unter jenen bloß diejenigen zusammengesetzten Salze, welche aus der Verbindung der Säuren mit den absorbirenden Erden entstanden sind, und welche sonst unvollkommene Salze genannt wurden. Seit dieser Zeit ist auch dieser Unterschied von den Chemikern beybehalten worden.

Die Mittelsalze kommen in Absicht ihrer äußern Beschaffenheit mit den Neutralsalzen sehr überein, sind aber sonst unter einander selbst in ihrem Geschmacke, in ihrer Auflösbarkeit, Krystallengestallt und der Fähigkeit, sich zu krystallisiren, so wie in dem Verhalten an der Luft sehr verschieden. Jede für sich eigenthümliche Erde bringt mit einer bestimmten Säure ein eigenes Mittelsalz hervor, welches von allen andern mit eben dieser Säure bereiteten verschieden ist, so daß die Anzahl der Mittelsalze gefunden wird, wenn

 man

*) Ausg. von Scheffers chemischen Vorlesungen übers. von D. C. E. Weigel. Greifsw. 1779. 8. S. 5 und 99. ingl. Sciagraphia regni mineralis.

man die Zahl der Säuren mit der Anzahl der alkalischen Erden multipliciret.

Den Sättigungspunkt bey der Verbindung der Säure mit einer alkalischen Erde findet man, wenn man die Erde nach und nach zu der flüssigen Säure trägt, bis die unaufgelöste Erde zu Boden fällt. Diese wird alsdann durchs Filtriren abgesondert, und das Mittelsalz durchs Krystallisiren oder Abdampfen erhalten.

Die alkalischen Erden besitzen nicht gleich starke Verwandtschaft zu den Säuren. Einige gehen auch in dieser Verwandtschaft den Alkalien vor, andere nach.

Die Mittelsalze erhalten ihre Nahmen, besonders nach der neuern Nomenklatur, von den Säuren mit dem Beysatze der dazu genommenen Erde, als z. B. **schwefelgesäuerte Kalkerde** (Selenit, Gyps), **schwefelgesäuerte Bittererde** (Epsomsalz, Bittersalz, engländisches Salz), **schwefelgesäuerte Alaunerde** (Alaun) u. s. f.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie B. I. Halle 1794. 8. §. 333 f.

Mitternacht, Mitternachtsgegend (septemtrio, boreas, plaga septemtrionalis s. borealis, septentrion, nord) heißt diejenige Welt- oder Himmelsgegend, nach welcher der in unsern Ländern sichtbare Weltpol stehet. Bey der täglichen scheinbaren Umwälzung des Himmels um seine Axe gibt es einige Sterne, welche gar nicht untergehen, und welche bey heitern Nächten in dieser Gegend gesehen werden. Dahin gehören besonders auch die sieben Sterne im großen Bär, welche unter dem Nahmen **Himmelswagen** bekannt sind. Die Alten nannten sie septem triones, wovon diese Gegend den Nahmen erhalten hat.

Mitternacht, Mitternachtszeit (media nox, minuit) ist diejenige Zeit der Nacht, da der Mittelpunkt der Sonne bey ihrer scheinbaren täglichen Bewegung den tiefsten Stand unter dem Horizonte eines Ortes erreichet hat, oder in der unsichtbaren Hälfte des Mittagskreises des Ortes sich befindet. Gerade zu dieser Zeit ist die Hälfte der Nacht

verflossen

verflossen, indem die Sonne von ihrem Untergange an bis zu diesem tiefsten Stande eben so viele Zeit erfordert, als sie von diesem Stande an bis zum Aufgange verlangt.

Die Mitternacht ist von dem vorhergehenden und nachfolgenden Mittage um 12 Stunden wahrer Sonnenzeit verschieden; und der bürgerliche Tag fängt von dem Augenblicke der Mitternacht an.

Mitternachtspunkt, Nordpunkt (septemtrio, boreas, septentrion, nord) ist der Durchschnittspunkt des Mittagskreises eines Ortes mit dem Horizonte in derjenigen Gegend des Himmels, nach welcher der in unsern Ländern sichtbare Weltpol liegt. Dieser Punkt wird von den Schiffern **Norden** genannt. Er ist einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, wovon die vier Hauptgegenden im Horizonte bestimmt werden. M. s. **Weltgegenden**. Von diesem Punkte heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mitternachtsgegend**, und alles, was sich daselbst ereignet, wird durch die Redensart ausgedrückt, es geschehe gegen Mitternacht.

Mittheilung (communicatio, communication). Wenn ein Körper von seinem Zustande oder von seinen Eigenschaften einem andern Körper, mit dem er in Verbindung kömmt, etwas abzugeben scheinet, was der erste verlieret, so nennt man diese Erscheinung überhaupt **Mittheilung**. So theilet ein Körper einem andern Wärme mit, wenn jener wärmer als dieser ist, ein elektrisirter Körper einem nahe gebrachten Leiter, gegen welchen er Funken schlägt, Elektricität u. s. f.

Ob hierbey ein wirklicher Uebergang von etwas aus dem einen Körper in dem andern erfolget, das läßt sich in allen Fällen nicht sogleich entscheiden. Bey der Elektricität und Wärme scheint wirklich ein solcher Uebergang zu erfolgen. Wenn man nämlich annimmt, daß Elektricität und Wärme materielle Stoffe sind, welche in ihrem natürlichen Zustande nach einem gewissen Gleichgewichte streben, so

muß nothwendig aus dem einen Körper, welcher mehr als der andere hat, etwas in den andern übergehen.

Bey Erregung des Magnetismus in einem eisernen oder stählernen Stabe, vermittelst der Anwendung eines natürlichen Magnets, gebrauchet man das Wort Mittheilung in einer uneigentlichen Bedeutung. So sagt man, der Magnet theile dem Eisen die magnetische Kraft mit. Nimmt man nun wirklich eine magnetische Materie an, so könnte man sich die Vorstellung machen, als ob aus dem Magnete wirklich ein Theil der magnetischen Materie in das Eisen übergehe, und dadurch demselben die anziehende Kraft ertheile. Allein diese Vorstellung würde, wie unter dem Artikel, **Magnet**, ist gezeiget worden, irrig seyn, indem der Magnet von seiner Kraft nichts verlieret, wenn auch eine Menge anderer Körper durch ihn magnetisiret werden. Gleichwohl ist es im Sprachgebrauche, daß das Eisen durch Mittheilung magnetisiret werde.

Mittheilung der Bewegung (communicatio motus) ist, wenn ein in Bewegung gesetzter Körper einem andern, der mit ihm in Verbindung kömmt, eine gleichmäßige Bewegung ertheilet. Nach dem System der absoluten Undurchdringlichkeit der Materie läßt sich gar nicht einsehen, wie die Mittheilung der Bewegung möglich sey. Denn nach dieser hat die Materie keine ursprünglich bewegende Kraft, d. h. sie ist absolut leblos, oder ihr Wesen bestehet in einer völligen Kraftlosigkeit. Einem solchen Undinge, wie Materie in diesem Falle wäre, kann weder etwas gegeben, noch etwas entzogen werden. Mithin würde hiernach gar keine Mittheilung der Bewegung Statt finden können. Daher auch die meisten Atomistiker lieber gestehen, daß die Mittheilung der Bewegung ein Phänomen sey, bey welchem es unbekannt wäre, auf welche Art und Weise die Mittheilung selbst erfolge. Man stellt sich gemeiniglich die Sache so vor, als wenn die Bewegung des einen Körpers in den andern übergetragen würde, wie etwa Wasser aus einem Gefäß ins andere gegossen wird, so daß der bewegte

Körper von seiner Bewegung gerade so viel verlieret, als er dem bewegenden ertheilet, bis er zuletzt diesem gar keine mehr ertheilen kann, wenn beide eine gleiche Geschwindigkeit nach einerley Richtung erhalten haben. Allein der Uebergang der Bewegung von dem einen Körper in den andern erkläret eigentlich gar nichts, weil hier immer noch die Frage übrig bleibt, wie diese Möglichkeit zu begreifen sey? Ueberhaupt aber kann nur Bewegung vermittelst der Wirkung und Gegenwirkung repulsiver und attraktiver Kräfte mitgetheilet werden. Denn eine jede Materie, welche in Bewegung ist, kann keine bewegende Kraft besitzen, als bloß vermöge ihrer Zurückstoßung oder Anziehung, womit sie in ihrer Bewegung unmittelbar auf andere Materie wirkt, und dadurch ihre eigene Bewegung der andern mittheilet. Es ist also die mechanische Physik selbst genöthiget, der Materie, als solcher, repulsive und attraktive Kraft beyzulegen.

Nimmt man aber, wie die dynamische Lehre es erfordert, an, daß die Materie auch vor aller Bewegung ursprüngliche anziehende und zurückstoßende Kraft besitzet, so läßt sich die Art und Weise, wie Mittheilung der Bewegung erfolget, und daraus das Gesetz, daß in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung einander gleich seyn muß, deutlich einsehen. Es bewege sich der Körper a (fig. 115.) mit der Geschwindigkeit ab im relativen Raume gegen den Körper b, welcher in Ansehung dieses Raumes als ruhig betrachtet wird. Man theile nun die Geschwindigkeit ab in c in zwey Theile, so daß sich die Quantität der Materie a zur Quantität der Materie b umgekehrt wie bc zu ac verhält. Ferner stelle man sich vor, der Körper a bewege sich im absoluten Raume mit der Geschwindigkeit ac, und der Körper b nebst dem relativen Raume mit der Geschwindigkeit bc, welche der ab gerade entgegengesetzet ist; so sind nun die Größen beider Bewegungen einander gleich, und da sie sich wechselsweise aufheben, so kommen auch die Körper im absoluten Raume

in Ruhe. Es war aber der Körper b mit der Geschwindigkeit bc nebst dem relativen Raume in der Richtung ba, welche der Richtung ab gerade entgegengesetzet ist, in Bewegung. Ob nun gleich die Bewegung des Körpers b durch den Stoß zernichtet wird, so geschieht dieß doch nicht bey dem relativen Raume. Daher beweget sich der relative Raum nach dem Stoße in Rücksicht der beiden Körper a und b, welche im absoluten Raume ruhen, mit der Geschwindigkeit bc in der Richtung ba, oder, welches einerley ist, die beiden Körper a und b bewegen sich nach dem Stoße mit der Geschwindigkeit bd = bc in der Richtung ad. Nun ist aber die Größe der Bewegung des Körpers b mit der Geschwindigkeit in eben der Richtung bd der Größe der Bewegung des Körpers a mit der Geschwindigkeit und Richtung ac gleich; mithin ist die Wirkung bd, welche der Körper b durch den Stoß im relativen Raume erhält, folglich auch die Wirkung ac des Körpers a der Gegenwirkung bc des Körpers b alle Mahl gleich. Da nun Stoß, Zug und Druck bloß in Ansehung der Richtung, nach welcher die Materien in ihrer Bewegung einander widerstehen, von einander unterschieden sind, so folgt, daß in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung beständig einander gleich sey (M. s. **Gegenwirkung**). Bey einer jeden Mittheilung der Bewegung muß demnach eine Gemeinschaft der Bewegungen vorausgesetzet werden. Daher kann kein Körper einen andern stoßen, welcher in Ansehung seiner ruhig ist, und wäre dieser ruhig in Ansehung des relativen Raums, so geschähe dieß nur, in so fern er mit diesem Raume in gleichem Maße aber in entgegengesetzter Richtung beweget wäre, und diese Bewegung würde dem ersten Körper zum relativen Antheil fallen, und verursachen, daß die Größe der Bewegung erst geschätzet werden könnte, welche man dem Körper im absoluten Raume beylegen würde. Denn es ist unmöglich, daß eine Bewegung, welche in Ansehung eines andern Körpers bewegend seyn soll, absolut seyn kann; ist sie aber relativ in Ansehung

des

des letztern, so gibt es auch keine Relation im Raume, die nicht wechselseitig und gleich sey.

Uebrigens ist es beym Stoße elastischer Körper gegen einander offenbar, daß der ruhende Körper nicht allein ruhend Bewegung erhalte, welche der Stoßende einbüßt, sondern, daß er im Stoße wirkliche Kraft in entgegengesetzter Richtung gegen den Stoßenden ausübe, um gleichsam die Feder zwischen beiden zusammen zu drücken, welches von seiner Seite eben sowohl wirkliche Bewegung, aber in entgegengesetzter Richtung erfordert, als der bewegende Körper seiner Seits dazu nöthig hat. M. s. **Stoß**.

Moment (momentum, moment). Mit diesem Worte wird in der Statik und Mechanik ein Ausdruck angegeben, der an sich nichts Reelles andeutet, sondern nur als Bezeichnung von Schätzung gewisser Wirkungen, die von Kräften unter gewissen Umständen hervorgebracht werden, gebrauchet wird. In diesem Sinne bedienet man sich der Ausdrücke, **statisches Moment, Moment der Trägheit**.

Statisches Moment, Abwage (momentum staticum, moment d'une puissance ou levier) heißt an einem Hebel das Produkt einer bewegenden Kraft in die Entfernung vom Ruhepunkt. Wenn die Produkte des Hebels auf beiden Seiten gleich sind, so erhalten beide Kräfte einander das Gleichgewicht, und der Hebel ruhet. Es läßt sich daher dieses Produkt als die Größe der Wirkung ansehen, womit die Kraft den Hebel um den Ruhepunkt zu drehen strebet. Dieserwegen hat auch dieser Ausdruck, jener Erklärung gemäß, den Nahmen Moment erhalten.

Wenn (fig. 116.) in dem Arme ca eines mathematischen Hebels die Kräfte P, p, π auf die Punkte M, m, μ wirken, und zwar in den Entfernungen vom Ruhepunkte c gerechnet $cM = D$, $cm = d$, $c\mu = \delta$, so sind die Momente dieser Kräfte Pd, pd, $\pi\delta$ (M. s. Hebel). Die Gewalt, womit diese Kräfte zusammen den Hebel um den

Ruhepunkt

Ruhepunkt c zu drehen streben, wird durch die Summe dieser Momente ausgedrückt, oder durch

$$PD + pd + \pi\delta.$$

Man sieht wohl, daß es beym Ausdrucke Moment vorzüglich darauf ankömmt, um welchen Punkt der Hebel sich drehet. Denn wäre dieser Punkt in einerley Hebel bey übrigens gleichen Umständen verschieden, so werden auch die Momente verschieden seyn. Diese hängen also beständig von dem Umdrehungspunkte ab. Wäre nämlich der Umdrehungspunkt in a, und die ganze Länge $ac = \alpha$, so ist nun die Entfernung der Kraft P vom Ruhepunkte $= ac - Mc = \alpha - D$, die der Kraft $p = ac - mc = \alpha - d$, und die der Kraft $\pi = ac - \mu c = \alpha - \delta$, mithin sind die Momente

$$(\alpha - D) P; (\alpha - d) p; (\alpha - \delta) \pi,$$

die Summe dieser Momente wird alsdann die Gewalt angeben, womit die am Hebel angebrachten Kräfte denselben um den Ruhepunkt a zu drehen streben.

Die Kräfte am Hebel mögen seyn, welche sie wollen, so kann man sich doch beständig die Vorstellung machen, als ob in den Punkten M, m und μ Gewichte herabhingen, welche eben das wirken, was die daselbst angebrachten Kräfte wirken. Es wird daher alles einerley bleiben, wenn auch statt der Kräfte P, p, π in den Ausdrücken der Momente die gleichwirkenden Gewichte gesetzet würden.

Die Einführung der Momente um gewisse Punkte gewähret bey den statischen Berechnungen sehr große Erleichterungen. Die Berechnungen des Hebels beruhen allein auf dem Satze, daß die Momente der Last und Kraft einander gleich sind. Bey Bestimmung des gemeinschaftlichen Schwerpunktes kömmt es bloß darauf an, einen Punkt im Hebel zu finden, welcher mit einer so großen Kraft gehalten werden muß, welche die Summe aller am Hebel angebrachten Kräfte gleich ist, wenn der Hebel im Gleichgewichte seyn soll. Wäre also der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller der am Hebel ac angebrachten Gewichte P, p, π in d, so

würde

würde die Summe der Momente gerade so groß, als das Moment $(P + p + \pi)\, cd$ seyn, oder

$$PD + pd + \pi\delta = (P + p + \pi)\, cd,\ \text{folglich}$$

$$cd = \frac{PD + pd + \pi\delta}{P + p + \pi},\ \text{d. h.}$$

die Entfernung des Schwerpunktes d vom Punkte c wird gefunden, wenn die Summe aller statischen Momente durch die Summe aller Gewichte dividiret wird. Wäre hingegen der Schwerpunkt aus andern Gründen schon bekannt, so findet man **die Summe der statischen Momente um c, wenn die Entfernung des Schwerpunktes von dem Punkte c in die Summe der Gewichte multipliciret wird.**

Wenn ac eine prismatische Stange von gleichförmiger Dichtigkeit ist, und das Gewicht $= P$ besitzet, so fällt nun der Schwerpunkt d in die Mitte der Stange ac oder es ist $cd = \frac{1}{2}\, ac$. Mithin wäre die Summe der statischen Momente aller Theile um $c = \frac{1}{2}\, ac \cdot P$.

In einem ähnlichen Sinne, als das statische Moment genommen wird, nimmt man auch das **mechanische Moment.** Sobald nämlich eine jede Maschine in den sogenannten Beharrungsstand gekommen ist, so wird sie auch dem Widerstande eine gewisse Geschwindigkeit mitgetheilet haben, womit sie nun beständig fortgehet, so lange die Maschine in Bewegung bleibt. Weil nun der Widerstand als die zu bewegende Last, und die derselben mitgetheilte Geschwindigkeit als die Geschwindigkeit der Last betrachtet wird, so heißt auch das Produkt aus der Geschwindigkeit der Last in die zu bewegende Last das **mechanische Moment der Last**; eben so wird auch die Geschwindigkeit der Stelle der Maschine, welche die an derselben angebrachte Kraft unmittelbar angreift, als die Geschwindigkeit der Kraft betrachtet, und das Produkt der Kraft mit dieser Geschwindigkeit **das mechanische Moment der Kraft genannt.** Ist das statische Moment der Kraft nur etwas größer, als das statische

statische Moment der Last, so muß eine Bewegung erfolgen. Wäre z. B. an dem Hebel ac die Kraft in M, und die Last in m angebracht, so wird in einerley Zeit die Kraft mit der Geschwindigkeit MN = γ, und die Last mit der Geschwindigkeit mn = ϱ ausweichen. Da nun statt der Kraft und Last in M und m Gewichte von gleicher Wirkung, und statt cM und cm die Geschwindigkeiten γ und ϱ gesetzet werden können, weil cM : cm = $\gamma : \varrho$ ist; so muß auch das mechanische Moment der Last dem mechanischen Momente der Kraft gleich seyn.

Moment der Trägheit, Moment der Masse (momentum inertiae s. massae, moment d'inertie d'une masse). Dieser Ausdruck bedeutet das Produkt einer Masse in das Quadrat der Entfernung vom Umdrehungs- oder Bewegungspunkte.

Wenn vorausgesetzet wird, daß verschiedene Massen (fig. 116.) M oder m am Hebel ca in beliebigen Entfernungen cM = D oder cm = d vom Ruhepunkte angebracht mit gleicher Gewalt in gleicher Zeit durch einerley Winkel acb um c den Hebel drehen sollen, so müssen sich nun die in M und m angebrachten bewegenden Kräfte P und p zu einander verhalten wie die Quadrate der Entfernungen derselben vom Ruhepunkte oder wie $D^2 : d^2$. Wenn nämlich beide Massen M und m durch die Schwere beschleuniget werden, so können beide nicht in einerley Zeit die verschiedenen Bogen MN und mn durchlaufen, sondern es würde die Masse M mit der Masse m in gleicher Zeit den Bogen Mγ = mn zurücklegen, mithin würde der Hebel mit m nicht den ganzen Winkel acb durchlaufen. Es müssen sich demnach die Beschleunigungen der Massen M und m, wenn sie in gleicher Zeit mit eben derselben Winkelgeschwindigkeit den Hebel um c drehen sollen wie die Bogen MN und mn verhalten, d. i. wie die Halbmesser cM und cm oder wie D : d. Folglich sind die bewegenden Kräfte P und p im Verhältnisse MD : md. Sollten nun diese mit

mit gleicher Stärke auf den Hebel wirken, so müssen sie sich umgekehrt, wie die Entfernungen von c verhalten, mithin

$MD : md = d : D$, und daher

$MD^2 = md^2$ seyn.

Dieß Produkt wird sich beständig gleich bleiben müssen, wenn der Hebel mit der nämlichen Winkelgeschwindigkeit durch gleiche Stärke umgedrehet werden soll. Weil demnach die Massen, welche sich verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Umdrehungspunkte verhalten, von einer gegebenen Kraft in einer gegebenen Entfernung um gleiche Winkel beschleuniget werden, so nennt man dieses Produkt **Moment der Trägheit** oder **der Masse**.

Man sieht auch hier leicht ein, daß die Umdrehung um einen festen Punkt oder um eine Axe vorausgesetzet wird, und daß man die Momente der Trägheit nur um einen gewissen Punkt betrachten kann.

Wenn sich an der mathematischen Linie ac in mehreren Punkten schwere Massen M, m, μ in den Entfernungen D, d, δ vom Umdrehungspunkte c befinden, so ist die Summe aller einzelnen Momente der Trägheit um c, oder

$MD^2 + md^2 + \mu\delta^2$

das Moment der Trägheit der ganzen Linie um c.

Wäre ca eine prismatische oder cylindrische Stange allenthalben von gleicher Dichtigkeit, deren Masse $= M$ ist, so kann sie als eine mathematische Linie betrachtet werden, welche in allen Punkten mit kleinen schweren Massen beschweret ist. Setzt man nun irgend einen Theil $cd = x$, das Element $de = dx$, und die Länge der Stange $ac = \alpha$, so ist die Masse dieses Elementes $= \frac{M}{\alpha} . dx$, deren Entfernung vom Umdrehungspunkte $= x$; mithin ist sein Moment der Trägheit $= \frac{M}{\alpha} . x^2 dx$. Daher wird das Moment der Trägheit des Theils cd der ganzen Stange ca durch die Integralrechnung

$$\frac{M}{\alpha} \int x^2 dx = \frac{M}{\alpha} \cdot \frac{x^3}{3},$$

und das Moment der Trägheit der ganzen Stange ac, wo $x = \alpha$ ist, $= \frac{1}{3} M \alpha^2$.

Auf ähnliche Art läßt sich jeder andere Körper von bestimmter Gestalt und Größe in Elemente zerlegen, da man alsdann das Moment der Trägheit zuerst für ein solches Element suchen muß, um es nachher für den ganzen Körper durch Hülfe der Integralrechnung zu finden. Hängt z. B. eine Kugel (fig. 113.) an einem zarten Faden ad; die Masse der Kugel sey $= M$, der Mittelpunkt derselben d und ihr Halbmesser $= r$, so findet man das Moment der Trägheit, das Gewicht des Fadens aus der Acht gelassen,

$(ad^2 + \frac{2}{5} r^3) M$ (M. s. **Mittelpunkt des Schwunges**).

M. s. **Karsten Lehrbegriff** der gesammten Mathematik Th. IV. Abschn. X.

Monaden s. **Materie.**

Monath (mensis, mois) ist die Zeit, welche verfließt, indem der Mond einen Umlauf um den ganzen Himmel zu vollenden scheinet. Beynahe binnen dieser Zeit hat auch der Mond ein Mahl sein Zu- und Abnehmen oder den Wechsel aller seiner Erscheinungen vollendet. Da dieß den ersten Menschen so sehr in die Augel fiel, so konnte es gar nicht fehlen, daß sie eine gewisse Anzahl von solchen Mondwechseln oder von Monathen zur Bestimmung verflossener Zeiträume festsetzten. Bey genauerer Beobachtung des Himmels aber mußte man auch bald bemerken, daß es verschiedene Umläufe des Mondes gebe. Sieht man nämlich auf die Zeit, binnen welcher der Mond seinen Umlauf von einem Fixsterne angerechnet bis zunächst wieder zu dem Fixsterne macht, so nennt man diese den **siderischen Monath**. Die Umlaufszeit des Mondes hingegen von dem Frühlingspunkte an gerechnet bis wieder dahin heißt der **periodische Monath**. Indessen ist die Sonne um eine beträchtliche

Weite

Weite vorgerückt, und der Mond gebrauchet über zwey Tage Zeit, um sie wieder einzuhohlen. Daher auch die Umlaufszeit von einem Neumonde bis wieder zum Neumonde, oder die völlige Dauer eines Mondwechsels, der **synodische Monath** genannt wird. Weil ferner die Mondsknoten mit ziemlicher Geschwindigkeit der Ordnung der Zeichen entgegen rücken (M. s. **Knoten**), mithin der Mond schon wieder zu seinem Knoten kömmt, ehe die Umlaufszeit des periodischen Monaths verflossen ist, von der Zeit an gerechnet, da er den Knoten verließ, so nennt man auch seinen Umlauf vom aufsteigenden Knoten bis wieder zum aufsteigenden Knoten den **Knotenmonath** oder auch **draconitischen Monath.** Endlich heißt auch die Umlaufszeit des Mondes von der Erdnähe angerechnet, bis er daselbst wieder anlangt, der **anomalistische Monath.**

Wenn man eine allgemeine Bestimmung von den Umlaufszeiten dieser fünf verschiedenen Monathe verlangt, so kann man ihre Größen bloß im Mittel angeben, weil der Monath jeder Art, bald etwas größer, bald etwas kleiner ist. In solchen mittleren Angaben sind nach **de la Lande** die Umlaufszeiten

	Tage	Stund.	Min.	Sek.
des periodisch. Monaths	27	7	43	5
des siderischen	27	7	43	12
des synodischen	29	12	44	3
des Knotenmonaths	27	5	6	56
des anomalist.	27	13	18	35

Herr **la Place** bemerket noch, daß die Zeitdauer des siderischen Umlaufs nicht in allen Jahrhunderten einerley sey; denn die Vergleichung der neuern Beobachtungen mit den ältern beweise unwiderspechlich eine Beschleunigung der mittleren Bewegung des Mondes. Diese Beschleunigung, welche von der ältesten Finsterniß an, deren Beobachtung auf uns gekommen ist, nur noch wenig merklich ist, werde sich in der Folge der Zeit mehr entdecken. Ob sie aber ohne Aufhören fortwachse, oder ob sie ein Mahl still stehen werde, um in eine Verminderung überzugehen,

dieß könnten die Beobachtungen erst nach einer großen Anzahl von Jahrhunderten ausmitteln. Glücklicher Weise sey aber die Entdeckung ihrer Ursache den letztern zuvorgekommen, und habe uns gelehret, daß sie periodisch sey.

Von den Mondenmonathen unterscheidet man die **Sonnenmonathe.** Weil nämlich zwölf Mondwechsel beynahe die Dauer eines tropischen Sonnenjahres ausmachen, so hat man den zwölften Theil dieses Jahres, oder den Zeitraum von 30 Tagen 10 Stunden 29 Minuten 37 Sekunden, den Nahmen eines **Sonnenmonaths** gegeben. Es ist dieser Monath eigentlich die Zeit, die die Sonne im Durchschnitte genommen in einem jeden der 12 himmlischen Zeichen verweilet.

Diese angezeigten Monathe sind **astronomische**, und bestimmen die Zeitdauer der himmlischen Bewegung bis auf Sekunden. Im bürgerlichen Leben aber werden Stunden, Minuten und Sekunden so lange nicht mit gezählet, bis sie ganze Tage ausmachen. Daher hat man einigen Sonnenmonathen 30, andern 31 Tage, den Mondenmonathen aber, wobey beständig auf den Mondwechsel oder synodischen Monath gesehen wird, bald 29 bald 30 Tage gegeben, so daß die Monathe zusammen genommen wenig von dem tropischen Sonnenjahre und dem astronomischen Mondenjahre verschieden sind.

Auch gehöret noch zu den bürgerlichen Mondenmonathen der sogenannte **Erleuchtungsmonath**, welcher von der ersten Wiedererscheinung des Mondes nach dem Neumonde bis zur nächstfolgenden Wiedererscheinung gerechnet wird. Einige Völker, welche sich bey ihrer Zeitrechnung der Mondenmonathe bedienen, müssen dieselben gebrauchen, wenn sie die synodischen Monathe nicht gehörig zu bestimmen wissen.

Daß verschiedene Völker ihre Jahrrechnung theils nach Mond-, theils nach Sonnenjahren eingerichtet haben, ist schon unter den Artikeln, **Jahr** und **Kalender**, angezeiget worden.

Nach

Nach unserer eingerichteten Jahrrechnung stehen die Neumonde, Viertel und Vollmonde mit den Monathen in weiter keiner unmittelbaren Verbindung, sie rücken vielmehr auf alle Tage der Monathe hindurch und fallen in jedem folgenden Monathe im Durchschnitte etwa um einen Tag früher, als im vorhergehenden Monathe.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der Astronomie §. 213. X. der Chronologie §. 8. **la Place** Darstellung des Weltsystems a. d. Franz. Th. I. Frankf. a. M. 1797. S. 40.

Mond (luna, lune) ist der beständige Trabant oder Nebenplanet unserer Erde, welcher außer der allen Sternen gemeinschaftlichen scheinbaren Bewegung von Morgen gegen Abend noch einen eigenen Umlauf von Abend gegen Morgen binnen der Zeit eines Monaths um den ganzen Himmel zu machen scheinet, wobey er zu verschiedenen Zeiten bald sichelförmig, bald oval, bald kreisrund gesehen wird, so daß diese erleuchteten Abwechselungen stets gegen die Sonne gekehret sind. M. s. **Mondphasen.** Wenn man den Mond bey seiner Wiedererscheinung nach dem Neumonde in jedem folgenden Tage beobachtet, so wird man gewahr werden, daß er sich beständig von einem Fixsterne zum andern in jedem Tage etwa 13 Grad von Westen gegen Osten fortbeweget. Bey dieser Bewegung bemerket man weder einen Stillstand noch Rückgang; gleichwohl ist sie aber sehr ungleich, bald geschwinder bald langsamer. Ob nun gleich der Mond in seiner Bahn immer nach und nach von einem Stern zum andern in dem Thierkreise fortrückt, so kömmt er doch nur zwey Mahl in die Ekliptik, und hat daher bald südliche bald nördliche Breite. Der Winkel, unter welchem sich die erweiterte Mondsbahn mit der Ekliptik schneidet, d. i. das Maß der größten Breite, ist nicht immer gleich groß, jedoch beträgt er nie über 5½ Grad. **Ptolemäus** hielt die Breite der Mondbahn für beständig, und setzte sie auf 5 Grade; **Tycho de Brahe** aber bemerkte zuerst die Veränderlichkeit derselben. Er fand die

kleinste Breite 4° 58′ 30″, die mittlere 5° 8′ 45″ und die größte 5° 17′ 30″.

Aus allen diesen Erscheinungen, welche einem jeden Beobachter so leicht in die Augen fallen, hat man schon frühzeitig geschlossen, daß sich der Mond in seiner Bahn um unsere Erde bewege, und daß er sie ungefähr in 27 $\frac{1}{3}$ Tagen zurücklege. Es hatte zwar **Jakob Alexander** zur Erklärung der Ebbe und Fluth den seltsamen Einfall, daß sich die Erde um den Mond in eben der Zeit herumbewege, und es ist in der That auch nicht zu läugnen, daß hierbey die nämlichen Erscheinungen erfolgen würden; allein der Herr **von Mairan** a) hat ihn umständlich widerleget.

Wenn gehörige Beobachtungen über die gerade Aufsteigung und Abweichung des Mondes angestellet werden, so läßt sich jedes Mahl die Länge und Breite desselben durch Rechnung finden; wird hiernächst bey jeder Beobachtung zugleich sein scheinbarer Durchmesser gemessen, so kann man aus Vergleichung dieser verschiedenen Durchmesser die jedesmahlige Entfernung des Mittelpunktes der Erde vom Monde finden, und alsdann durch alle Endpunkte der Entfernungen die Mondsbahn nach einem willkürlich gewählten Maßstabe verzeichnen. Man wird finden, daß sie eine Ellipse ist, in deren einem Brennpunkte die Erde sich befindet. Es ist folglich der Mond bey jedem Umlaufe um die Erde ein Mahl in der Erdnähe und ein Mahl in der Erdferne. M. s. **Erdferne, Erdnähe.** Die große Axe dieser elliptischen Bahn rückt jährlich von Abend gegen Morgen um 40° 49′ 52″, und vollendet also in 8 Jahren 309 Tagen 8 Stunden 37 Minuten 30 Sekunden einen Umlauf um den ganzen Himmel. Nimmt man die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde = 1 an, so beträgt die Eccentricität seiner elliptischen Bahn 0,055. Bey den großen Ungleichheiten des Mondlaufes ist jedoch die Eccentricität selbst veränderlich.

Die

a) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1727.

Die Mondsbahn ist gegen die Ekliptik unter einem Winkel von etwa 5° bis 5° 18′ geneigt, und ihre Durchschnittspunkte mit dieser, oder die Knoten sind am Himmel keine festen Punkte, sondern rücken jährlich um 19° von Morgen gegen Abend, oder der Ordnung der Zeichen entgegen. Die Neigung der Bahn ist am größten, wenn die Sonne in der Gegend der Mondsknoten selbst steht, am kleinsten aber, wenn sie 90° von den Knoten entfernet ist. Die Veränderungen der Apsidenlinie und der Knotenlinie des Mondes werden verursachen, daß die Stellen seiner geschwindesten und langsamsten Bewegungen, so wie seiner Durchgänge durch die Ekliptik von Zeit zu Zeit in ganz andere Gegenden des Thierkreises fallen müssen. Ueberhaupt hat man in der Folge der Zeit eine sehr große Menge von Ungleichheiten in der Bewegung des Mondes entdecket, welche größtentheils von der Einwirkung der Sonne in Rücksicht der verschiedenen Lage des Mondes gegen die Erde herrühren. Einige von diesen Ungleichheiten waren den Alten längst bekannt, nur wußten sie ihre Ursachen nicht. Im Allgemeinen aber fanden sie ungemein große Schwierigkeiten, den wahren Lauf des nächsten Gestirnes genau zu bestimmen. Um jedoch nur einiger Maßen diese Ungleichheiten zu erklären, waren sie genöthiget, zwey Epicykel über einander zu setzen. M. s. **Epicykel.** **Tycho de Brahe** fand noch weit mehrere Ungleichheiten, als den Alten bekannt gewesen sind, und die Anzahl derselben häufte sie desto mehr, je vollkommener die Werkzeuge wurden, und je mehrere Beobachtungen man anstellte. Daraus ist es begreiflich, daß die damahligen Mondstafeln unter allen astronomischen Tafeln die unrichtigsten seyn mußten. Endlich aber wurde man durch **Newtons** Entdeckung, von der allgemeinen Gravitation der Himmelskörper gegen einander, auf den richtigen Weg geleitet, alle dabey obwaltenden Schwierigkeiten mit dem glücklichsten Erfolg zu überwinden: **Newton** selbst erklärte schon einige der vornehmsten Störungen, welche der Mond bey seinem Umlaufe um die Erde erleidet, sehr

 glücklich

glücklich aus den verschiedenen Anziehungen der Sonne gegen den Mond bey seinen verschiedenen Stellungen gegen die Erde und gegen die Sonne; und **Gregory** [α]) war der erste, welcher aus **Newtons** Theorie Angaben zu Mondstafeln gab, welche nie über 2 Minuten vom wahren Laufe abweichen sollten. Auch **Halley** hatte die Sätze bey seinen im Jahre 1749 erschienenen Tafeln, so viel sie auf den Mond Beziehung hatten, zum Grunde geleget, mußte aber doch bekennen, daß sie vom wahren Laufe des Mondes nach den zu **Grenwich** angestellten Beobachtungen eine Abweichung von 7 bis 8 Minuten gaben. Aehnliche Mondstafeln sind ebenfalls von **Euler** [β]) berechnet worden, welcher hierbey einfache Formeln für die Ausdrücke der Ungleichheiten des Mondes angegeben hat.

Endlich gelang es dem berühmten göttingischen Astronom, **Tobias Mayer**, die so bekannten astronomischen Mondstafeln zu verfertigen, nach welchen man den wahren Ort des Mondes für jede Zeit durch 13 verschiedene Reduktionen oder Gleichungen bis auf eine Minute richtig bestimmen kann. Diese Tafeln wurden zuerst im zweyten Bande der göttingischen Commentarien im Jahre 1755 bekannt gemacht. Nachdem man sie in England auf mannigfaltige Art geprüfet, und richtig befunden hatte, so erhielten seine Erben einen Theil von dem Preise, welcher auf die Erfindung der Länge zur See gesetzet war. Sie sind nachher von **de la Lande** [γ]), **P. Hell** [δ]) und in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln [ε]) herausgegeben worden. Ueber die Methode ihrer Berechnung, welche der Verfasser zwar nach England eingesendet hatte, aber nicht öffentlich bekannt

α) Astron. geometr. et physic. elemen. p. 322.
β) Opusc. varii argum Berol. 1746. 4. Theoria motus lunae Petrop. 1753. 4.
γ) Connoissance des mouvem. celest. 1761.
δ) Tabulae lunares *Tob. Mayeri.* Vindob. 1763. 8. juxta edit. Lond. 1770. Vind. 1771.
ε) B. II. S. 1 u. f.

bekannt geworden ist, hat Herr **Lambert** *) sehr scharfsinnige Untersuchungen angestellet.

Der Mond zeigt uns beständig ein und die nämlichen dunkeln Flecken, welche mithin beweisen, daß er uns immer einerley Seite zukehret. Daraus läßt sich aber nicht schließen, daß sich der Mond nicht um seine Achse drehe, wie selbst **Wolf** geglaubet hat; vielmehr erhellet aus dieser Erscheinung gerade das Gegentheil; denn wenn jemand um einen Gegenstand sich so beweget, daß er selbigen beständig mit dem Gesichte betrachtet, so muß er auch während dieser Umdrehung sein Gesicht nach allen möglichen Weltgegenden gerichtet, d. h. er muß sich selbst ein Mahl umgedrehet haben. Daß folglich der Mond beständig nur einerley Seite uns zukehret, ist gerade ein Beweis, daß er während des Umlaufs um die Erde einen eigenen Umlauf um seine Achse machen müsse. Den Grund der Umwälzung des Mondes um seine Axe bey einer einzigen Umdrehung desselben um die Erde setzt **Galilei** darin, daß die Seite des Mondes, welche er uns zukehret, eine natürliche Beziehung oder Neigung gegen die Erde habe; **Newton** drückte dieß besser so aus, die uns zugekehrte Seite des Mondes werde wegen der größern Nähe von der Erde stärker angezogen, als die abgewendete, und nehme daher nach dieser Richtung eine länglichere Gestalt an.

Galilei hat jedoch schon bey der ersten Beobachtung des Mondes durch Fernröhre wahrgenommen, daß zu manchen Zeiten an dem einen Rande des Mondes einige sichtbare Flecke verschwinden, und an dem gerade entgegengesetzten Rande andere neue zum Vorschein kommen, da denn zugleich alle übrige Flecken sich demjenigen Rande nähern, wo die erwähnten verschwinden. Die Veränderung der Flecken nimmt man sowohl gegen Süden, als auch gegen Westen wahr, und es hat das Ansehen, als ob der Mond

 um

*) Zergliederung und Anwendung der mayerschen Mondstafeln; in den Beyträg. zum Gebr. der Mathem. B. II. Berlin 1770. Num. XII.

um seinen Mittelpunkt ein wenig hin und wieder zurückschwanke. Daher wird auch diese Erscheinung das **Schwanken, Wanken** oder die **Libration** des Mondes genannt. Hevel [a]) und besonders **Mayer** [b]) haben diese Erscheinung genauer untersuchet. Um sich von den Hauptursachen derselben eine richtige Vorstellung zu machen, muß man bedenken, daß die Mondsscheibe vom Mittelpunkte der Erde aus gesehen von der Peripherie des größten Kreises der Mondskugel begrenzt ist, auf welcher eine Linie vom Mittelpunkte des Mondes bis zum Mittelpunkte der Erde senkrecht steht. Auf der Ebene dieses größten Kreises entwirft sich die der Erde zugekehrte Mondshalbkugel, und ihre Erscheinungen rühren von der Umdrehungsbewegung dieses Gestirnes in Ansehung seines Radius Vektor her. Drehete sich der Mond nicht um seine Axe, so würde sein Radius Vektor bey jedem seiner Umläufe die Peripherie eines größten Kreises auf seiner Oberfläche beschreiben, von welcher uns auf solche Art nach und nach alle Punkte sichtbar werden würden. In der nämlichen Zeit aber, da der Radius Vektor diese Peripherie beschreibet, führt die Mondskugel durch ihre Umdrehung immer sehr nahe den nämlichen Punkt ihrer Oberfläche unter diesem Radius zurück, und wendet folglich immer der Erde eben dieselbe Halbkugel zu. Die Ungleichheiten der Bewegung des Mondes bringen kleine Verschiedenheiten in seinen Erscheinungen hervor. Denn da seine Umdrehungsbewegung an diesen Ungleichheiten keinen merklichen Antheil nimmt, so ist sie in Ansehung seines Radius Vektor, welcher auf solche Art seiner Oberfläche in verschiedenen Punkten begegnet, veränderlich. Es macht daher die Mondskugel in Ansehung dieses Radius Vektor Schwingungen, welche mit den Ungleichheiten ihrer Bewegung übereinstimmen, und gewisse Theile ihrer Oberfläche wechselsweise bald verbergen, bald entdecken.

Ueberdieß

a) De motu lunae libratorio ad Ricciol. Ged. 1654. fol.

b) Abhandl über die Umwälzung des Mondes um seine Axe und die scheinbare Bewegung der Mondsflecken, in den Kosmogr. Nachricht. u. Sammlung. 1748. S. 52.

Ueberdieß ist die Axe der Umdrehung des Mondes auf der Ebene seiner Bahn nicht genau senkrecht. Setzt man, daß sie während eines Umlaufs der Mondkugel beynahe unbeweglich sey, so ist sie über den Radius Vektor hin mehr oder weniger geneigt, und der von diesen beiden Linien eingeschlossene Winkel ist während der Hälfte des Umlaufs spitz, während der andern aber stumpf, die Erde sieht daher wechselsweise beide Pole der Umdrehung und die ihnen nahe liegenden Theile der Mondsfläche.

Endlich befindet sich der Beobachter nicht im Mittelpunkte der Erde, sondern auf ihrer Oberfläche; die Gesichtslinie von seinem Auge nach des Mondes Mittelpunkte bestimmt die Mitte der sichtbaren Halbkugel, und es ist klar, daß diese Gesichtslinie die Oberfläche des Mondes nach dem Verhältnisse der Mondsparallaxe in merklich unterschiedenen Punkten trifft, je nachdem die Höhe desselben über dem Horizonte verschieden ist.

Alle diese Ursachen bringen bey der Mondskugel nur ein scheinbares Schwanken hervor; sie sind bloß optisch, und afficiren die wahre Umdrehungsbewegung des Mondes nicht. Indessen kann diese Bewegung kleinen Ungleichheiten unterworfen seyn; aber sie sind zu wenig merklich, als daß man sie hätte betrachten können.

Mit der Veränderung der Ebene des Mondäquators verhält es sich nicht so. **Dominicus Cassini** wurde dadurch, daß er die Lage derselben aus Beobachtungen der Mondsflecken zu bestimmen suchte, auf folgendes sehr merkwürdige Resultat geführet, welches die ganze astronomische Theorie von dem wahren Schwanken dieses Gestirnes in sich begreift, wenn man sich durch den Mittelpunkt des Mondes eine erste Ebene auf seine Umdrehungsaxe lothrecht gedenket, welche Ebene in die seines Aequators fällt; wenn man sich ferner durch den nämlichen Mittelpunkt eine zweyte Ebene mit der Ekliptik parallel, und als eine dritte die mittlere Ebene der Mondsbahn vorstellet, so haben diese drey Ebenen beständig einen gemeinschaftlichen Durchschnitt.

Die zweyte zwischen den beiden andern liegende Ebene macht mit der erstern einen Winkel von ungefähr 1°, 67 und mit der dritten einen Winkel von 5°, 7188; die Eintheilung des Quadranten in 100 Grade, des Grades in 100 Minuten, der Minute in 100 Sekunden u. s. f. genommen.

Auf diese Weise fallen die Durchschnitte des Aequators mit der Ekliptik, oder seine Knoten beständig mit den mittleren Knoten der Mondsbahn zusammen und haben wie diese eine rückläufige Bewegung. Während dieser Bewegung beschreiben die beiden Pole des Aequators und der Bahn des Mondes kleine Kreise mit der Ekliptik parallel, zwischen die sie den Pol der Ekliptik so einschließen, daß diese drey Pole beständig in einem größten Kreise der Himmelskugel liegen.

Daß der Mond das nächste Gestirn von der Erde ist, beweisen schon die Sonnenfinsternisse und die Bedeckungen der Planeten von selbigem, welchen er begegnet. Die Berechnung seiner Entfernung von der Erde aber setzt eine genaue Kenntniß seiner Parallaxe voraus. M. s. **Parallaxe.** Weil den alten Astronomen hierüber noch wenig Zuverlässiges bekannt war, so kam es auch, daß sie diese Entfernung größtentheils geringer, als die neuern Astronomen fanden. So fand sie **Pythagoras** kaum auf 3150 Meilen, **Hipparch** nach einer unsichern Methode zwischen den Grenzen von 62 und 71 Halbmessern der Erde. **Ptolemäus** brachte die Horizontalparallaxe des Mondes zwischen die Grenzen 54′ und 1° 41′ eingeschlossen, und daher die größte und kleinste Weite desselben 64 und 34 Halbmesser der Erde heraus. **Copernicus**, **Tycho** und **Kepler** stellten weitere Untersuchungen darüber an. Endlich haben nachher die neuern Astronomen sich viele Mühe gegeben, durch Beobachtungen die Parallaxe des Mondes immer genauer zu bestimmen. Uebereinstimmende Beobachtungen wurden besonders im Jahre 1751 von **de la Caille** auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung und von **de la Lande** zu Berlin

lin gemacht *), woraus sich die größt-mögliche Horizontalparallaxe des Mondes, wenn er sich in der Erdnähe und in der Zusammenkunft mit der Sonne befindet, 61′ 32″, die kleinste, wenn er sich in der Erdferne und in der Zusammenkunft mit der Sonne befindet, 54′ 2″ ergeben hat. Hieraus läßt sich nach einer leichten Rechnung die größte Entfernung des Mondes von der Erde 63, 62, und die kleinste 55, 87 Erdhalbmesser finden. Es ergibt sich daher die mittlere Entfernung ungefähr 60, 25 Erdhalbmesser.

In der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde beträgt sein scheinbarer Durchmesser = 31′ 9″, und in dieser Entfernung die Horizontalparallaxe 57′ 3″, d. h. der Halbmesser der Erde wird aus dem Monde unter dem Winkel von 57′ 3″, mithin ihr Durchmesser unter 1° 54′ 6″ gesehen. Weil sich nun die scheinbaren Durchmesser für einerley Augenblick, der Erde aus den Monde, und des Mondes aus der Erde gesehen, wie die wahren Durchmesser verhalten müssen, so findet man das Verhältniß der wahren Durchmesser der Erde und des Mondes = 1° 54′ 6″ : 31′ 9″ = 6846 : 1869 = 1 : 0,2716; mithin ist der wahre Durchmesser des Mondes etwa 0,2716 vom Erdhalbmesser, und es ist daher der wahre Durchmesser der Erde etwa $3\frac{2}{3}$ Mahl, ihre Oberfläche 14 Mahl und der körperliche Raum 50 Mahl größer, als der Mond.

Nach **la Place** Bestimmung (M. s. **Fluth**. Th. II. S. 554.) beträgt die Masse des Mondes sehr nahe $\frac{1}{58,7}$ von der Erde, und seine Dichtigkeit 0,8401, wenn die mittlere Dichte der Erde zur Einheit angenommen wird.

Daß der Mond ein für sich dunkler Körper sey, welcher seine Erleuchtung von der Sonne erhält, beweisen nicht allein seine verschiedenen Lichtgestalten (M. s. **Mondphasen**), sondern auch die Sonnen- und Mondfinsternisse.

M.

*) Mémoir. sur la parallaxe de la lune; in den mémoir. de Paris 1752. 1753. 1756.

M. s. **Finsternisse.** Die dunkeln Flecken, welche man auf dem Monde wahrnimmt, lassen sich als Schatten von höhern Gegenden betrachten. Ueberhaupt ist es wahrscheinlich, daß der Mond ein unserer Erde ähnlicher Körper sey. Auch haben schon diese Aehnlichkeit des Mondes mit unserer Erde unter den alten Weltweisen **Anaxagoras** [α]), **Xenophanes** [β]) u. a. vermuthet. Die Meinungen derselben hatte **Plutarch** [γ]) in einer eigenen Schrift gesammelt. Besonders sollen nach dem Zeugnisse des **Plutarch** [δ]) die Pythagoräer den Mond als einen wirklichen Bewohnort für Menschen und Thiere gehalten haben. **Fabricius** [ε]) und **Hevel** [ζ]) haben mehrere solche Meinungen der Alten angeführet. Auch **Huygens** [η]) und **von Fontenelle** [θ]) haben die Aehnlichkeit des Mondes mit unserer Erde behauptet, und auf selbigem bewohnbare denkende Wesen angenommen. Daß aber diese Aehnlichkeit so weit gehe, wie sich **Wilkins** [ι]) und der Herr **von Wolf** [κ]) vorgestellet haben, ist nicht wahrscheinlich, und selbst durch die Beobachtungen der neuern Astronomen so gut als widerleget. So beweiset der Herr **la Place**, daß die Horizontalrefraktion auf der Oberfläche der Erde zum wenigsten tausend Mahl größer, als die auf der Oberfläche des Mondes sey. Es sey daher die Atmosphäre des Mondes äußerst dünn, und in dieser Eigenschaft dem luftleeren Raume, den wir durch unsere besten Luftpumpen hervorbringen könnten, überlegen. Daraus

α) *Macrobii* somnium Scipion. I. 11.

β) *Cicero.* Academic. quaestion. IV. 39.

γ) De facie, quae in orbe lunae apparet.

δ) De placitis philosophorum. II. 30.

ε) Biblioth. graeca Tom. I. c. 20.

ζ) Selenographia p. 109. sq.

η) Cosmotheorus s. de terris caelestibus. Hag. Com. 1698. 4.

θ) Entretiens sur la pluralité des mondes. Paris 1686. 12. Gespräche über die Mehrheiten der Welten mit Anmerk. und Kupfert. von J. E. Bode. Berlin 1780. 8.

ι) A discourse of a new World. 1638. und disc. concerning a new planet 1740. zusammen verdeutscht von Doppelmayer: vertheidigter Copernicus. Leipzig 1713. 4.

κ) Anfangsgründe der Astronomie.

aus müßten wir den Schluß ziehen, daß kein Thier der Erde auf dem Monde leben und athmen könnte, und daß, wenn er bewohnt sey, er es nur durch Thiere von anderer Art seyn könne. Die Flüssigkeiten, welche durch eine so dünne Atmosphäre nur wenig zusammengedrückt wären, würden sich bald in Dünste auflösen; man habe also Grund zu glauben, daß auf der Oberfläche des Mondes alles fest sey, und dieß scheine durch die Beobachtungen desselben vermittelst großer Teleskope, welche ihn uns als eine trockene Masse zeigten, auf welcher man die Wirkungen, und sogar die Auswürfe von Vulkanen zu bemerken glaubte, bestätiget zu werden. Die besten Aufschlüsse in dieser Sache haben vorzüglich die vortrefflichsten Beobachtungen des Herrn Oberamtmanns **Schröter** in Lilienthal, welcher die Kenntniß des Mondes so ungemein erweitert hat, gegeben *). Dieser hat auf der Mondfläche keinen Ocean, noch solche beträchtliche Meere, als auf unserer Erde, wahrgenommen. Vielmehr ist die ganze Oberfläche gebirgig und ungleich. Selbst die ausgedehnten grauen Flecken, welche man mit bloßen Augen siehet, und welche die ältern Astronomen für Meere hielten, sind aus eben den mannigfaltigen Erhöhungen und Vertiefungen, wie die hellern Gegenden zusammengesetzet, und es finden sich nicht ein Mahl darin solche Ebenen, wie die großen Felder und Waldungen der Erdfläche sind. Auch bemerket man keine Spur von Flüssen, und aus Licht und Schatten in den Vertiefungen zeiget sich, daß die Masse des Mondes nicht so mit Wasser durchdrungen seyn könne, wie unsere Erde. Jedoch läugnet Herr **Schröter** nicht alle Flüssigkeit im Monde.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 368 u. f. §. 418 u. f. **Kästner** Anfangsgründe der Astrono-

*) Selenotopographische Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondflächen, ihrer erlittenen Veränderung und Atmosphäre von Joh. Hierony. Schröter. Lilienthal auf Kosten des Verfassers. 1791. gr. 4. mit 43 Kupfert.

Astronomie §. 172 u. f. **La Place** Darstellung des Weltsystems a. d. Franz. Th. I. S. 40 u. f.

Monden der Planeten s. **Nebenplaneten.**

Mondenjahr s. **Jahr.**

Mondfinsternisse s. **Finsternisse.**

Mondflecken (maculae lunares, taches de la lune) sind die dunkeln Flecken, welche man in der Mondscheibe gewahr wird. Schon mit bloßen Augen erkennt man dergleichen größere, mit Hülfe der Fernröhre aber erscheinen weit mehrere, indem die Mondscheibe überall mit vielen Ungleichheiten von Erhöhungen und Vertiefungen bestreuet zu seyn scheinet. Die größern dunkeln Flecken zeigen sich, wenn sie von der Grenzlinie der Erleuchtung durchschnitten werden, allezeit glatt, und ohne hökrige oder hervorragende Theile. Es scheinen also diese Ebenen zu seyn, welche das Sonnenlicht nicht so lebhaft als die übrigen Theile des Mondes zurückwerfen, ob sie gleich auch darin Streifen und hier und da Vertiefungen zeigen. Weil nun das Wasser das Licht durchläßt, verschluckt, und es zum Theil zerstreuet, wenn es selbiges gebrochen zurückwirft, so hat man auch diese dunkeln Theile für Wasser gehalten, und sie als Meere angesehen. Allein neuere Beobachtungen haben gelehret, daß dieser Schluß nicht richtig gewesen ist, indem schon **Huygens** *) mit vollkommenern Fernröhren Vertiefungen in diesen Flecken wahrgenommen hat, welche sich mit der Oberfläche des Wassers auf keine Weise vereinbaren lassen, und daher Meere im Monde gänzlich läugnet. Noch mehr aber ist die Meinung derjenigen, welche diese Flecke im Monde für wirkliche Meere halten, durch die sorgfältigsten Beobachtungen des Herrn **Schröters** widerleget worden. M. s. **Mond.** Viele in den hellern Theilen zerstreuete einzelne Flecken erscheinen als runde Gruben mit einem dunkeln oder hellern Grunde, und sind auch oft mit einem Walle eingefaßt. Durch das Sternrohr zeiget sich die Grenze der Erleuchtung in diesen hellern Gegenden jederzeit

*) Cosmotheorus s. de terris caelestibus. Hag. Com. 1698. 4. p. 114.

zeit höckrig und auf verschiedene Art gebogen. Auch bemerket man helle Tüpfelchen, welche noch über diese Grenze hinaus im dunkeln Theile des Mondes liegen, und um welche herum alles noch dunkel ist; solche helle Tüpfelchen zeigen sich auch in und um die Flecken. Alles dieß zeigt also offenbar Unebenheiten oder Höhen und Tiefen, Berge und Thäler, an, die sich allenthalben in der Mondfläche durch gute Fernröhre entdecken lassen.

Zur Zeit des Vollmondes wird die uns sichtbare Mondshalbkugel von dem Sonnenlichte senkrecht, im zu- oder abnehmenden Lichte aber unter schiefen Winkeln erleuchtet; daher verschwinden im ersten Stande alle Schatten, welche sich von den Erhöhungen oder Bergen der Sonne gerade gegenüber oder innerhalb der Vertiefungen an der der Sonne zugewendeten Seite in allen übrigen Stellungen des Mondes zeigen. Dadurch wird also verursachet, daß die Mondflecken im Vollmonde ganz anders als in den übrigen Phasen erscheinen. Der Vollmond zeigt also nur die **beständigen** Flecke, dahingegen in den übrigen Phasen auch **veränderliche** oder Schatten gesehen werden.

Der rauhen Beschaffenheit des Mondes wird es zugeschrieben, daß er uns so stark leuchtet, welches schon **Plutarch** bemerket hat. Eine jede Stelle von der Mondfläche sendet nämlich das Licht nach sehr vielerley Seiten zurück. Hätte der Mond eine kugelrunde glatte Fläche, so stellte er einen erhabenen Spiegel vor, auf welchem sich die Sonne abbildete, und ihr Bild würde nach einer Berechnung des Herrn **Kästner** [α]) auf dem beynahe vollen Monde eine scheinbare Größe von etwa 4 Sekunden haben.

Hevel [β]) und **Riccioli** [γ]) haben den vorzüglichsten Mondflecken Nahmen gegeben, welche jener von den Ländern, Meeren und Bergen unserer Erde, dieser aber von den berühmtesten Astronomen und Naturforschern hergenommen hat.

α) Nov. commentat. societat. Goetting. 1777. p. 114.
β) Selenographia. Dantisci. 1647. fol.
γ) Almagestum nouum. Bonon. 1651. fol.

hat. Der letztern Methode sind nachher alle Astronomen gefolget. Beyderley Benennungen findet man verglichen beym **Rost** [a]) und **P. Hell** [b]).

Herr **Schröter** fand im Ganzen genommen im Monde eben solche landschaftliche Schattirungen und Abwechselungen von Bergen, Thälern, Ebenen, uranfänglichen und aufgesetzten Gebirgen, wie auf unserer Erde, nur mit beträchtlichem Unterschiede. Er wendete gewöhnlich Vergrößerungen von 161 und 210 an, deren letztere Flächen von 4000 paris. Fuß im Durchmesser ihrer Gestalt nach unterscheiden ließ. Mit einer 636 mahligen konnte er in diesen Flächen wiederum noch kleinere unterscheiden. Ueberhaupt beobachtete er eine jede als eine besondere Landschaft zu der Zeit, da sie nicht weit von der Lichtgrenze stand, und durch die Kenntlichkeit der Schatten ein deutliches Bild zuwege brachte.

Herr **Schröter** nahm wahr, daß einige helle Flecken, wie Cleomedes, Endymion, Schickard, Grimaldi, so wie einige kleinere Flächentheile bald im gewöhnlichen weißen Lichte, bald als dunkle Flecken mit etwas veränderter Gestalt erscheinen, da doch andere Flecken beständig ihre helle Farbe behalten. Er erkläret dieß aus den Winkeln der Erleuchtungs- und Gesichtsstrahlen, und vergleichet es mit den Erscheinungen einer gebirgigen Landschaft, welche man aus einem gewissen Standpunkte vom Sonnenaufgange bis zum Untergange betrachtet.

Was die Höhen der Berge im Monde betrifft, so müssen einige davon sehr ansehnlich seyn. **Hevel** [γ]) hat gefunden, daß es im Monde Berge gibt, deren Spitzen schon von der Sonne erleuchtet werden, wenn sie auch noch um den 13ten Theil vom Halbmesser des Mondes von der im ersten und letzten Viertel mitten übern Mond gehenden Grenzlinie des lichten und dunkeln Theils entfernet liegen. Es sey (fig. 117.) o der Mittelpunkt des Mondes, b a e ein Theil

[a]) Astronom. Handbuch. Nürnb. 1718. 4. Th. III. Cap. 12.
[b]) Ephemerid. Vienn. bey Erklärung der beygefügten Mondkarte.
[γ]) Selenograph. cap. 8. p. 266.

Theil von dessen Oberfläche, a d ein Sonnenstrahl, welcher die Oberfläche des Mondes in den Vierteln in a berühret, und die Spitze des Berges d trifft; a b die helle, und a e die dunkele Seite des Mondes. a d ist nach den Beobachtungen $\frac{1}{13}$ von a o = 0,07692; dieß ist die Tangente von a o d, deren Secante o d nach den Tafeln = 1,00295; wird hiervon der Radius = 1 abgezogen, so bleibt e d = 0,00295 = $\frac{1}{338}$ Theil von o e übrig. Weil nun der Halbmesser des Mondes = $\frac{3}{11}$ von dem Halbmesser der Erde = 235 Meilen ist, so beträgt die Höhe e d des Berges etwas über $\frac{2}{3}$ einer geographischen Meile. Diese Methode, die Höhen der Mondsberge zu finden, scheinet Herrn **Schröter** zu unsicher und zu eingeschränkt zu seyn, er sucht vielmehr die Höhe des Berges aus der Sonnenhöhe über der Stelle des Mondes, wo sich der Berg befindet, und der Länge seines Schattens. Die Sonnenhöhe findet man aus dem Winkelabstande des Mondes von der Sonne und des Berges Entfernung von der Lichtgrenze. Es dienet auch diese Methode, die senkrechten Tiefen der Einsenkungen auf dem Monde zu messen, ob sie gleich ein geübtes und scharfes Gesicht, und vorzüglich gute starke lichthelle Fernröhre erfordert. Herr **Schröter** maß die hohen Berge am südlichen Rande des Mondes bey Kircher und Grünberger, welche er Leibnitz und Dörfel nennt, verschiedene Mahl, und fand sie 25000 par. Fuß hoch, da der Chimboraço auf unserer Erde noch nicht 20000 Fuß beträgt. Setzt man nun, daß der Mondsdurchmesser etwa $\frac{3}{11}$ des Erdhalbmessers ausmacht, so ergibt sich, daß die Mondgebirge über $4\frac{1}{2}$ Mahl höher sind, als die höchsten Berge auf unserer Erde in Vergleichung beider Weltkörper gegen einander.

Die Bergketten im Monde sind eben so, wie bey uns, mit auslaufenden Zweigen verbunden; nur sind die Kerne, von welchen die Zweige ausgehen, nicht die höchsten Berge oder die höchsten Rücken des Landes. Die Zweige erstrecken sich oft in sehr tief eingesenkten Flächen fort. Herr **Schröter** hat besonders genaue Beobachtungen über die sogenannten

ten einförmigen Einsenkungen oder Wallgebirge von 30 deutschen Meilen bis zu einer halben Viertelmeile im Durchmesser, angestellt, welche sich bloß mit eingetieften mannigmahl zum Theil wieder ausgefüllten Cratern vergleichen lassen. Die tiefste nicht weit vom nordwestlichen Mondrande über dem mare Crisium und dem Cleomedes gelegene, welche Herr **Schröter** Bernoulli nennt, hat $3\frac{1}{2}$ deutsche Meile im Durchmesser und über 3000 Toisen Tiefe, daß diese Crater mit den Ringgebirgen, welche sie umgeben, durch einerley Kraft von innen heraus entstanden sind, lehret schon der Augenschein; Herr **Schröter** hat auch sogar durch Experimente mit Modellen auf der Wagschale gezeiget, daß die Ringgebirge hinreichen, den Crater auszufüllen, daß folglich der Ring eben die Masse ist, welche vorher den Raum des Beckens einnahm. Daraus läßt sich fast mit Gewißheit behaupten, daß sie nicht durch Einsturz, sondern durch Eruption entstanden sind. Bey den großen Mondcratern scheint der ganze Wall auf ein Mahl hervorgebracht zu seyn; bey den kleinen aber, welche zum Theil auf jene aufgesetzet sind, läßt sich sehr wahrscheinlich vermuthen, daß sie allmählig, wie bey unsern Vulkanen, über einander aufgethürmet sind. Aehnliche Vermuthungen über die Entstehung der meisten Mondberge haben schon D. **Hook** [α], **Lichtenberg** [β]) und **Aepinus** [γ]) gehabt.

Herr **Schröter** leitet die zusammenhängenden Bergstrecken, Ketten und Zweige von einer bloßen Aufschwellung oder von einer nicht völlig vollführten Eruption der Mondrinde her, die Crater und Wallgebirge hingegen von wirklichen Ausbrüchen, wo die elastische Flüssigkeit die aufgeberstete Masse rings um vor sich wegwarf. Ein Theil von dem Auswurfe scheint geschmolzen gewesen zu seyn, und die Crater, welche jetzt Wallebenen ausmachen, damit angefüllt

α) Micrograph. 1665.
β) Göttingisches Magazin von Lichtenberg und Forster. 1781. 1tes St.
γ) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. I. St. 4. S. 155.

gefüllt zu haben. Von Lavaströmen zeigen sich aber keine Spuren; nur scheint ein Theil der geschmolzenen ausgeworfenen Masse an dem Flecken Euler weggeflossen zu seyn, und überhaupt scheint sich der seltsame Farbenwechsel nicht erklären zu lassen, welcher sich auf dem Monde zeigt, wenn man nicht auf selbigem spiegelnde Masse annimmt. Die kleinen Erhabenheiten oder Centralgebirge scheinen bloß Versuche der elastischen Flüssigkeit zu seyn, mehr Masse aufzuwerfen; auch finden sich zuweilen in den großen Cratern kleinere. Weniger gestörte Gegenden scheinen die großen grauen Flecke zu seyn, wo eine Vegetation Statt findet, indem selbst die großen Wallebenen da, wo wieder neue Ausbrüche erfolget sind, von neuem glänzen. Ueberhaupt finden in einzelnen Mondländern merkwürdige Veränderungen, welche daselbst wahrgenommen werden, Statt. So entdeckte Herr **Schröter** am 27ten Aug. 1788 einen 1½ Meile weiten Crater am Hevel, welcher am 24. Octob. 1787 noch nicht da gewesen war. Ferner erschien ihm ein Berg im mare Crisium, welchen er längst als länglich gekannt, und am 2ten Novemb. 1788, so gezeichnet, auch noch am 14ten Novemb. so gesehen hatte, plötzlich am 15ten rund über die graue Fläche erhoben mit merklichem Schatten und mit einer deutlichen ¾ Meilen im Durchmesser haltenden craterähnlichen Vertiefung auf der Oberfläche versehen. Am 2ten Decemb. hingegen fand er ihn eben so länglich wieder, wie zuvor, und mit einem schwarzdunkeln Schatten begleitet, dessen Richtung aber nicht, wie es eigentlich hätte seyn sollen, auf der Linie durch die Hörner des Mondes senkrecht stand. Diese Veränderungen, die sich weder durch die Umwandlung der Oberfläche selbst noch durch Zurückwerfung des Sonnen- oder Erdenlichtes erklären lassen, rühren allem Vermuthen nach von der veränderlichen Atmosphäre des Mondes her.

Herr **Herschel** entdeckte am 4ten May 1783 durch sein Teleskop im dunkeln Theile des Mondes einen leuchtenden Punkt, welchen er für einen wirklichbrennenden Vulkan

hielt. Vierzehn Tage darauf nahm er an eben der nämlichen Stelle innerhalb des Berges Aristarchus zwey kleine kegelförmige Berge nahe an einem dritten, den er schon beobachtet hatte, gewahr. Aus diesen schien ihm Lava auszuströmen. Herr **Bode**, welcher dieß im Jahrbuche für 1788 erzählet, füget noch hinzu, daß ein ungenannter Beobachter schon am 16ten März 1783 mit einem 5 füßigen Fernrohre Funken am hellen östlichen Mondrande entdecket habe, welche hinter der erleuchteten Scheibe wie Sterne von 6ter oder 7ter Größe schnell und in gerader Richtung hervorschoßen, und in einem gegen Osten geneigten Bogen auf den Mond wieder herabfielen. In eben der Gegend beobachtete Herr **Herschel** am 19ten Apr. 1787 zur Zeit des neuen Lichtes drey helle Punkte, welche er selbst beym nachfolgenden neuen Lichte wieder fand. Diese drey Punkte, welche auch der Graf **von Brühl** zu London am 19ten und 20. May selbst beobachtet hatte, zeigten sich röthlich wie glühende Kohle. Ferner gibt Herr **de la Lande** *) eine Nachricht, daß Herr **Nouet** am 13ten May 1788 auf der Sternwarte zu Paris einen Punkt wie einen Stern von 6ter Größe am nordöstlichen Theile des Mondes gegen den Flecken Helikon zu gesehen, und auch anderen Astronomen gezeiget habe. Eben dieselbe Erscheinung nahm der Herr **von Zach** zu Gotha am 9ten und 10 April 1788 auf der dunkel Mondscheibe gewahr; der Punkt war etwas länglich, etwa 5″ im Durchmesser und röthlich schimmernd, so wie man den Planet Mars mit bloßen Augen sieht. Auch Herr **Bode** hat die nämliche Erscheinung an diesem Tage gesehen. Noch mehr dergleichen Veränderungen auf der Mondfläche, welche besonders Herr **Herschel** beobachtet hat, findet man in dem berlin. astronomischen Jahrbuche für 1789. Man hat alle diese Phänomene für wirkliche Vulkane gehalten; allein Herr **Bode** hat in dem Jahrbuche für 1792 diese Meinung mit starken Gründen bestritten, und sie vielmehr vom zurückgeworfenen Erdenlichte herzuleiten

*) Journal de Paris 1788. no. 79.

zuleiten gesuchet. Auch Herrn **Schröter** scheinen diese Phänomene mehr von Stellen, welche das Erdenlicht stärker reflektiren, oder von atmosphärischen Ursachen, herzurühren.

Aehnliche Erscheinungen haben verschiedene Beobachter bey Sonnenfinsternissen wahrgenommen. So entdeckte am 21. May 1706 bey einer totalen Sonnenfinsterniß in der Oberlausitz, **Liefmann**, ein Arzt zu Budissin, nebst andern Zuschauern in der dunkeln Mondscheibe drey blitzende Stellen. Er schloß daraus, daß der Mond durchlöchert sey [α]). Auch **Halley** [β]) und **Louville** scheinen bey der Sonnenfinsterniß am 3ten May 1715 etwas ähnliches gesehen zu haben. Diese erklärten es für Blitze in der Atmosphäre des Mondes. Am merkwürdigsten ist aber die Beobachtung dieser Art, welche **Don Ulloa** gemacht hat, und welche bereits unter dem Artikel, **Finsternisse** (Th. II. S. 462.) erzählet ist. Vielleicht lassen sich diese Erscheinungen auf ähnliche Art, wie jene lichten Punkte, erklären. Nur Schade, daß so wenige totale Sonnenfinsternisse sich ereignen, um dieserwegen häufigere Beobachtungen anstellen zu können.

M. s. *Hevelii* selenographia. Dantisci. 1647. fol. **Kästners** Anfangsgründe der Astronomie §. 181 f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 420 f. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. III — V. an verschiedenen Stellen. Selenotopographische Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondfläche, ihrer erlittenen Veränderung und Atmosphäre von **Joh. Hierony. Schröter.** Lilienthal, auf Kosten des Verfassers. 1791. gr. 4. mit 43 Kupfern.

Mondkarten (tabulae selenographicae, tables selenographiques) sind Abbildungen der Mondscheibe nebst den Flecken, welche man auf selbiger beobachtet. Eine

 solche

α) Breslauische miscellanea vom Jahre 1706. auch gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 1. S. 189.

β) Philosoph. transact. n. 343.

solche Karte kann entweder die Scheibe des vollen Lichtes, mithin die beständigen Flecken ohne Schatten abbilden, oder sie kann die verschiedenen Phasen, folglich auch die Schatten der Flecken an den Erleuchtungsgrenzen vorstellen.

Galilei entwarf schon eine Abbildung der Mondscheibe, und fügte sie im Jahre 1710 seinem nuncio sidereo bey; allein sie ist noch sehr unvollkommen. **Hevel** in Danzig hat den Mond mit besonderm Fleiße an die 8 Jahre beobachtet, wodurch das im Jahre 1647 herausgegebene Werk, das er **Selenographie** nennt, entstand, und welches die ersten genauen Mondkarten sowohl für das volle Licht, als auch für die Phasen enthält. Auch hat er bey der Voraussetzung, daß die dunkeln Flecken Wasser, die hellen aber Land sind, eine den Landkarten der Erde ähnliche Abbildung vom Monde mitgetheilet. Zu eben der Zeit hatte auch **Grimaldi** zu Rom Abzeichnungen der Mondflecke veranstaltet, aus welchen **Riccioli** *) eine Mondkarte mitgetheilet hat, bey welcher er die Berge mit den Nahmen berühmter Astronomen und Naturforscher beleget, den dunkeln Flecken oder Meeren aber willkührliche Benennungen gibt. **Doppelmayer** hat auf dem 11ten Blatt seiner Himmelskarten den Mond nach **Hevel** und **Riccioli** abgebildet. Die erstere Abbildung stellt eigentlich vor, wie die Flecken im Vollmonde, und diese, wie sie im zu- und abnehmenden Lichte sich zeigen.

Weil die Abzeichnungen der Mondscheibe dieser beiden Astronomen für den neuern Zustand der Astronomie nicht mehr zureichend waren, so gab sich der göttingische Astronom **Tobias Mayer** die Mühe, die Lagen der Flecken genauer zu bestimmen. Der Aequator, die Pole und Meridiane des Mondes, welche wegen der Umdrehung desselben um seine Axe Statt finden, bringen auf einer durch den Mittelpunkt desselben gelegten Ebene von der Erde aus gesehen orthographische Projektionen zuwege, und wenn der scheinbare Ort der Flecken durch Mikrometer genau bestimmt

*) Almagest. nouum. Bonon. 1651. fol. P. I. L. IV. c. 7.

stimmt ist, so läßt sich auch die **selenographische Breite** und **Länge** desselben angeben, und sein wahrer Ort auf der Mondkugel bestimmen. **Mayers** Absicht war, diese Bestimmungen so viel als möglich zu vervollkommenen, und nach selbigen Mondkugeln zu verfertigen [α]). Was er hiervon ausgearbeitet hatte, und darunter zwey schönere und genauere Abzeichnungen des Mondes ist von der Regierung zu Hannover zum Gebrauch des göttingischen Observatorii gekauft worden, und Herr **Lichtenberg** [β]) hat daraus eine kleinere Mondkarte mit einem Verzeichnisse von den Längen und Breiten der vornehmsten Flecken herausgegeben.

Auch **Joh. Domin. Cassini** hat aus seinen vieljährigen Beobachtungen mit einem 34 füßigen Fernrohre eine Mondkarte geliefert [γ]). Sie hat 19 paris. Zoll im Durchmesser, und ist wie die mayersche nach den Phasen gezeichnet, ist aber nicht so genau, als diese.

Kleinere Abbildungen der Mondscheibe findet man beym **Rost** [δ]) und **Bode** [ε]).

Die Beschreibung einzelner Theile der Mondfläche, welche bisher gänzlich gemangelt hat, ist durch den unermüdeten Fleiß des Herrn **Schröters** ersetzet worden. Auch findet man in dieser seiner Selenotopographie eine Copie der mayerschen Generalkarte (Taf. V.). Den Maßstab bey den Specialkarten hat Herr Schröter so festgesetzet, daß 20 Raumsekunden der Mondfläche auf der Karte einen Raum von $\frac{1}{2}$ englischen Zoll einnehmen. Es beträgt also jede Decimallinie der Karte genau 4 Sekunden, d. i. $\frac{1}{474}$ des Mondsdurchmessers (diesen nach **de la Lande** zu 31′ 19″ genommen), welches ungefähr 1 deutsche Meile ausmacht, den Mondsdurchmesser auf 470 Meilen gerechnet. Demnach begreift ein englischer Zoll auf diesen Karten 10 deutsche Meilen, und die ganze Mondhalbkugel würde nach diesem

α) Bericht von den Mondskugeln. Nürnberg 1750. 4.
β) *Tob. Mayeri* opera inedita. Vol. I. Goetting. 1775. 4 maj.
γ) Carte de la lune à Paris chez Dezauche ohne Jahrzahl.
δ) Atlas portatilis coelestis. Nürnb. 1724. 2te Aufl. 1743. 8.
ε) Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels.

sem Maße 47 engl. Zoll oder beynahe 4 engl. Fuß im Durchmesser halten. Die Nahmen, welche **Riccioli** zur Bezeichnung der Berge gebrauchet hat, hat auch Herr Schröter beybehalten, und die merkwürdigsten Stellen, welche jener nicht bezeichnet hat, mit neuen Nahmen berühmter Astronomen und Naturforscher beleget, die kleinern Gegenstände aber bloß durch Buchstaben unterschieden. Der Specialatlas des Mondes besteht aus 41 Karten außer der mayerschen Generalkarte, und noch eine Karte enthält die Höhen der merkwürdigsten Ringgebirge, Centralgebirge und übrigen Bergspitzen im Monde, so wie die Tiefen der vorzüglichsten Einsenkungen oder Crater. Auch sind dieser Tafel zur Vergleichung die Höhen einiger Erdgebirge beygefüget worden.

Mondphasen, Mondgestalten, Lichtabwechselungen des Mondes (Phases s. apparitiones lunae, phases de la lunae) heißen die verschiedenen Gestalten des lichten Theiles vom Monde, den wir zu verschiedenen Zeiten auch verschieden sehen.

Wenn der Mond zwischen der Sonne und der Erde sich befindet, oder mit der Sonne in Conjunktion ist, so wendet er seine dunkele Halbkugel völlig gegen uns, und wir können ihn nicht sehen. Dieß benennen wir mit **Neumond** (nouilunium, nouvelle lune). Bald hierauf entfernt er sich wieder von der Sonne und ein Theil davon wird am Abendhorizonte gleich nach Untergang der Sonne sichtbar. Am 4ten Tage nach dem Neumonde ist er 45° von der Sonne entfernet, und erscheinet **sichelförmig** (luna falcata), so daß die erhabene Seite der Sonne zugekehret ist. In jedem folgenden Tage entfernet er sich immer mehr von der Sonne, indem er seinen Weg von Westen gegen Osten nimmt, da alsdann zugleich die helle Sichel immer breiter wird. Etwa nach 8 Tagen vom Anfange des Neumonds erscheint er nach Untergang der Sonne von derselben um 90 Grade entfernet, und als eine halbe sichtbare Scheibe, welches wir das **erste Viertel** (quadratura prima, premier

mier quartier) nennen. Von dieser Zeit an wird er immer größer, und entfernt sich noch weiter von der Sonne, bis etwa am 15ten Tage nach dem Neumonde, da er alsdann im vollen Lichte als eine ganz erleuchtete Scheibe gesehen wird, und der Sonne gerade gegen über stehe, welches wir mit dem Nahmen **Vollmond** (plenilunium, pleine lune) benennen. Zu dieser Zeit geht der Mond auf, wenn die Sonne untergehet, und ist die ganze Nacht sichtbar. So lange der Mond vom Neumonde an bis zum Vollmonde in seinem lichten Theile wächst, heißt er der **zunehmende Mond** (luna crescens, lune croissant). Von dieser Zeit an aber nimmt er in folgenden Tagen auf der Seite, welche nach dem Neumonde der Sonne zugekehret war, wieder ab, indem er sich beständig der Sonne wieder nähert. Etwa sieben Tage nach dem Vollmonde hat er sich der Sonne bis auf 90 Grad genähert, und ist auf der linken Seite halb erleuchtet, welches das **letzte Viertel** (quadratura ultima, denier quartier) genannt wird. In dieser Gestalt geht er gerade um Mitternacht auf. Hierauf wird er wieder sichelförmig, zeigt sich des Morgens vor Sonnenaufgang mit immer mehr abnehmendem Lichte, bis er etwa nach 29 Tagen vom Neumonde an abermahls zur Sonne zurückgekehret ist. Von dem Neumonde an bis zur Rückkehr des Mondes zu der Sonne heißt der Mond der **abnehmende Mond** (luna decrescens, décours). Die ganze Reihe dieser Erscheinungen heißt **Mondwechsel.** Auch haben der Neumond und das letzte Viertel den gemeinschaftlichen Nahmen **Syzygien** erhalten.

Die periodische Zu- und Abnahme des Lichtes im Monde läßt sich auf folgende Art sehr leicht begreifen. Es sey nämlich (fig. 118.) t die Erde, l der Mittelpunkt des Mondes und ſ der Mittelpunkt der Sonne; aus t und l ziehe man nach der Sonne ſ die geraden Linien tſ und lſ, so liegt das Dreyeck tlſ in der Ebene der Mondsbahn, welche der Mond in dem größten Kreise dbea schneidet. Es sey ferner die Ebene hde auf lſ und die Ebene fhg

auf lt senkrecht, so ist klar, daß beide Ebenen, folglich auch ihre Durchschnittslinie h c auf der Ebene der Mondsbahn senkrecht sind. Der Neigungswinkel beider Ebenen gegen einander ist der Winkel d l f, dessen Maß der Bogen d f. Die Grenze der Halbkugel des Mondes, welche von der Sonne erleuchtet wird, ist der größte Kreis d h e; f g h aber die Grenze der Halbkugel, welche aus der Erde gesehen werden kann. Folglich sieht man auf der Erde ein Stück von der Oberfläche der Mondskugel, welches zwischen den beiden Halbkreisen h d c und h f c liegt, wovon die äußerste Grenze h f c wie ein Kreisbogen, h d c aber nach den Regeln der Perspektiv wie eine Ellipse aussiehet. Je weiter sich nun der Mond von der Sonne entfernet, desto größer wird auch dieses erleuchtete Stück auf der Mondskugel, und desto mehr nähert sich der Bogen h d c einer geraden Linie, und er wird völlig als eine gerade Linie erscheinen, wenn d e und t l zusammenfällt, folglich die Ebene h d c e durch das Auge des Beobachters auf der Ebene hindurchgehet, welches der Fall ist, wenn der Mond im Geviertscheine sich befindet. Hieraus läßt sich nun ferner beurtheilen, daß der Mond in seiner Erleuchtung noch mehr zunehmen müsse, wenn er sich von der Sonne noch weiter entfernet, und daß er im Gegenscheine völlig als eine helle Scheibe glänze.

Die Größe des erleuchteten Theiles vom Monde richtet sich nach dem Sinus versus seines Abstandes von der Sonne. Da nun dieser täglich $13\frac{1}{6}°$ beträgt, so wird er also 4 Tage nach dem Neumonde $52\frac{2}{3}°$ ausmachen. Um folglich die Größe der Mondphase zu finden, nehme man in dem Kreise (fig. 119.) den Bogen $a d = 52\frac{2}{3}°$, so wird d b sein Sinus und a b sein Quersinus seyn. Dieser Quersinus ist nun die Breite des erleuchteten Theils. Wird hierauf durch die drey bestimmten Punkte e, b und f die Ellipse e b f verzeichnet, so ist diese die Grenze der Erleuchtung, an welcher der dunkele Theil von dem hellen sich scheidet, und der gesuchte sichelförmige Theil ist e d a f b, der dunkele aber e b f g.

Ist der Mond von der Sonne um 90° entfernet, so wird nun der Bogen ae ein Quadrant, mithin sein Quersinus dem Halbmesser ac gleich, und die drey Punkte e, c, f fallen in eine gerade Linie, folglich wird die Erleuchtungsgrenze der Durchmesser ef, und der Mond ist gerade zur Hälfte erleuchtet. Diese Phasen, welche der Mond in Vierteln zeiget, nennt man **Dichotomie** (dichotomia, luna dichotoma). Eilf Tage nach dem Neumonde wird die Entfernung des Mondes von der Sonne 145° = ai, wovon der Quersinus ah ist. Mithin geht nun die elliptische Erleuchtungsgrenze durch die drey Punkte e, h, f und der erleuchtete Theil des Mondes erhält die ovale Gestalt faeh. Im Vollmonde wird endlich der Quersinus von 180° dem ganzen Durchmesser ag gleich, und der Mond glänzt als ein völliger Kreis. Alle diese Erscheinungen kehren nach dem Vollmonde in umgekehrter Ordnung wieder, so wie der Mond sich nach und nach der Sonne von Morgen gegen Abend wieder nähert.

Die elliptische Gestalt der Erleuchtungsgrenze in verschiedenen Phasen des Mondes führt **Scipio Claramonti** *) als etwas Neuentdecktes an. Durch Fernröhre wird die Erleuchtungsgrenze, wo sie nicht durch dunkele Mondflecke geht, höckrig und auf vielerley Art gebogen gesehen, dahingegen der halbkreisförmige Mondrand ganz glatt abgeschnitten erscheinet. **Hevel** hat sich die Mühe gegeben, 36 Mondphasen von 10 zu 10 Grad Entfernung von der Sonne nach wirklichen Beobachtungen abzubilden, welche er alle mit eigenen Nahmen (luna prima, juuenis, adulta etc.) unterscheidet.

Wenn der erleuchtete Theil des Mondes einige Tage vor und nach dem Neumonde betrachtet wird, so sieht man oft auch durch bloße Augen den dunkeln Theil der Scheibe mit einem aschfarbigen Lichte erleuchtet. Schon den Alten war dieß schwache Licht nicht unbekannt; sie glaubten, es rühre theils vom eigenen Lichte des Mondes, theils aber auch

*) De phasibus lunae in opusc. var. Bonon. 1653.

auch von seiner Durchsichtigkeit her. **Tycho** leitet es von der Venus ab. **Möstlin** a) hingegen lehrte zuerst, daß dieses schwache Licht von der Erleuchtung der Erde herrühre. Denn gerade zu der Zeit, da ein solcher kleiner Theil des Mondes auf unserer Erde leuchtend erscheinet, wird in dem Monde unsere Erde im vollen Lichte wahrgenommen. Folglich ist ihr Licht für den Mond alsdann am stärksten, und leuchtet mit einer 14 Mahl größern Fläche, als diejenige ist, mit welcher der Mond uns leuchtet. Die erleuchtete Sichel des Mondes scheint uns hierbey einem größern Kreise zuzugehören, als der schwächer erleuchtete dunkele Theil.

Morgen, Morgengegend (oriens, plaga orientalis, orient, est) heißt diejenige Welt- oder Himmelsgegend, wo die Gestirne aufzugehen scheinen. Hat der Beobachter sein Gesicht gegen Mittag gerichtet, so ist ihm diese Gegend zur Linken.

Morgen, Morgenzeit (mane, tempus matutinum, matin) ist diejenige Zeit, da die Sonne aufgehet, die Stunden vor und nach dem Augenblicke des Aufganges mit begriffen.

Morgendämmerung s. **Dämmerung.**

Morgenpunkt, Ostpunkt (oriens, orient, levant, est) ist der Durchschnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte an demjenigen Orte des Himmels, wo die Sterne aufgehen. Dieser Punkt wird von den Schiffern **Osten** genannt, und ist einer von denjenigen Haupt- oder Cardinalpunkten, wodurch im Horizonte die Hauptgegenden bestimmt werden. M. s. Weltgegenden. Von diesem Punkte wird die ganze umliegende Gegend des Himmels **Morgengegend** genannt, und man sagt von demjenigen, was in dieser Gegend sich ereignet, es **geschehe gegen Morgen.** Die Sonne geht an den Tagen der Nachtgleichen in diesem Morgenpunkte auf, an den andern Tagen hingegen fällt ihr Aufgangungspunkt im Horizonte von diesem wahren Morgenpunkte im Sommer mehr gegen Mitternacht,

a) *Kepler* Astron. pars optica; in Paralipom. ad Vitellionem p. 254.

nacht, im Winter aber mehr gegen Mittag. Dieser Aufgangungspunkt ist am längsten und kürzesten Tage von dem wahren Morgenpunkte am weitesten entfernet. Man findet diese größte Entfernung eben so wie die Morgenweite der Sonne für den längsten und kürzesten Tag; sie beträgt für Jena 39° 17′ 42″.

Morgenröthe s. **Abendröthe.**

Morgenstern (phosphorus, lucifer). Dieser Nahme wird dem Planeten Venus beygeleget, wenn die Länge der Sonne größer als die Länge dieses Planeten, mithin selbiger am Morgenhorizonte sichtbar ist. M. s. **Venus.**

Morgenweite (amplitudo ortiua, amplitude ortiue ou orientale) heißt die Entfernung desjenigen Punktes, in welchem ein Gestirn aufgehet, vom wahren Morgenpunkte. Diese ist alle Mahl ein Bogen des Horizontes und heißt **nördlich**, wenn der Aufgangungspunkt des Gestirnes vom wahren Morgenpunkte gegen Mitternacht, **südlich** aber, wenn er gegen Mittag entfernet ist. Alle Gestirne in der nördlichen Halbkugel des Himmels haben nördliche, die in der südlichen südliche Morgenweite.

Man findet die Morgenweite der Gestirne an jedem Orte der Erde aus der Abweichung und Polhöhe dieses Ortes nach eben der Formel wie die Abendweite. M. s. **Abendweite.** Es gelten daher die Tafeln für die Abendweiten zugleich für die Morgenweiten, wobey jedoch für die Gestirne, deren Abweichung sich täglich ändert, diejenige Abweichung genommen werden muß, welche sie im Augenblicke des Aufganges haben.

Musiklehre, Akustik (acustice, acustique) heißt die Lehre vom Schall und Ton, die zugleich die mathematischen und physischen Gründe der Musik in sich begreift. Der Nahme Akustik ist griechischen Ursprungs, und bedeutet so viel als Gehörlehre.

Die Erfindung von der mathematischen Musiklehre wird dem **Pythagoras** zugeschrieben, der nach der Erzählung des **Jamblichus** Accorde in dem Klange der Schmiede-

hämmer

hämmer bemerkt, und die Verhältnisse derselben nach dem Gewichte der Hämmer bestimmt haben soll. Zugleich wird hinzugesetzet, daß er die nämlichen Accorde erhalten habe, indem er Saiten durch angehangene Gewichte von gleicher Größe mit den Gewichten der Hämmer gespannet hätte. Allein es ist dieß irrig, weil die Verhältnisse der Accorde nicht Verhältnisse der Spannungen, sondern vielmehr der Längen der Saiten sind; auch verhalten sich die angehangenen Gewichte, wenn sie Saiten von gleicher Länge zu einem Accorde spannen sollen, nicht wie jene Längen, sondern verkehrt wie die Quadratzahlen derselben.

Die alten theoretischen Musiklehrer haben sich in zwey Sekten getheilet, die **Pythagoräer** und **Aristoxenianer**. Erstere sahen auf die Zahlen, welche die Verhältnisse der Accorde ausdrücken, hatten aber gewisse Sätze willkürlich angenommen, z. B. daß die Quarte über der Octave keinen Consonanz gebe, weil ihr Verhältniß nicht einfach genug sey. Die letztern hingegen verwarfen die Verhältnisse gänzlich, glaubten alles aus der Empfindung abzuleiten, und rechneten alle Intervalle nach Tönen und halben Tönen, ohne weitere Rücksicht darauf zu nehmen, was ein Ton sey, und ob nicht jedes Intervall eines ganzen oder halben Tones so groß, als das andere sey.

Die ältesten Schriftsteller über die Musik hat **Markus Meibom** α) herausgegeben. Des **Claudius Ptolomäus** Αρμονικῶν oder die drey Bücher der harmonicorum nebst des **Porphyrius** Commentar und des **Manuels von Bryenne** drey Bücher der harmonicorum sind von **Wallis** zu Oxford 1682. 4. ediret, und nachher in dem dritten Bande seiner Werke β) eingerückt worden.

Burette γ) hat sehr wahrscheinlich dargethan, daß die Alten von der Harmonie, d. i. Zusammenstimmung mehrerer nach einander folgender Accorde nichts gewußt haben; die

α) Musici veteres. 1652. II. Tom. in 4.
β) *Jo. Wallisii* opera mathematica. Oxon. 1699. III. Vol. fol.
γ) Histoire de l'Académie des inscriptions et belles lettres, an. 1716.

die neuern aber haben sie anfänglich bloß nach Empfindung und Gehör behandelt. Nach und nach hat die Theorie der Musik erst feste Grundsätze erhalten. Zu den Schriften über selbige, welche vorzüglich Beyfall erhalten haben, gehöret unter andern die des Herrn **Rameau** [α]). Nach den Grundsätzen des Herrn **Rameau** hat Herr **d'Alembert** im Jahre 1752 eine kurze Einleitung in die musikalische Setzkunst geschrieben, welche Herr **Marpurg** [β]) ins Deutsche übersetzet hat. **Euler** [γ]) behandelt die Musiklehre ganz mathematisch, und hat zuerst über die vorher bloß durch Proben und Erfahrung verbesserten Blasinstrumente etwas gründliches gelehret. Neuere brauchbare Schriften für die Tonkünstler haben **Kirnberger** [δ]), **Marpurg** [ε]) und **Sulzer** [ζ]) geliefert.

Experimentaluntersuchungen über den Klang elastischer Ringe und Scheiben findet man beym Herrn **D. Chladni** [η]). M. s. **Klang.**

Muskeln (musculi, muscles) sind die fleischigen Theile, durch welche die so mannigfaltigen Bewegungen des thierischen Körpers hervorgebracht werden. Sie bestehen aus sehr feinen Fäden, die in Fasern zusammengefüget sind, deren mehrere einen Bündel bilden, und aus mehreren solchen Bündeln ist endlich ein Muskel zusammengesetzet. Im gesunden Zustande ist die Farbe der Muskeln dunkelroth; nur machen hiervon die Muskelfasern der Arterien und der Gedärme Ausnahmen, indem erstere gelblich, und letztere fast

α) Traité de l'harmonie à Paris 1722. 4.

β) D'Alemberts systematische Einleitung in die musikalische Setzkunst, nach den Lehrsätzen des Herrn Rameau Leipz. 1757.

γ) Tentamen nouae theoriae musices. Petrop. 1739. 4.

δ) Die Kunst des reinen Satzes in der Musik. Berlin 1771. 4. ingl. die wahren Grundsätze zum Gebrauch der Harmonie, als ein Zusatz zur Kunst des reinen Satzes. 1773. auch die Abhandlung über die Stimmung des Claviers.

ε) Versuch über die musikalische Temperatur, nebst einem Anhange über den rameau- und kirnbergerischen Grundbaß. Bresl. 1776. 8.

ζ) Allgemeine Theorie der schönen Künste in alphabetischer Ordnung. Leipz. 1773. 8.

η) Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.

fast weiß aussehen. Die rothe Farbe rühret von der Menge der Blutgefäße her, welche sich in die Muskeln verbreiten, und nebst den einsaugenden Gefäßen und Nerven und dem Zellgewebe fast die ganze Substanz der Muskeln auszumachen scheinen. Durch die Menge von Nerven erhalten sie einen hohen Grad von Empfindlichkeit.

Am Anfang und Ende der meisten Muskeln, besonders solcher, die sich an harte Theile, z. B. Knochen, festsetzen, sieht man eine weiße, bey weitem dichtere und festere, aber ebenfalls aus Fäden zusammengesetzte Substanz, welche man die Flechse oder Sehne nennt. Setzen sich die Muskelfasern von beiden Seiten schräg an eine der Länge nach durch den Muskel laufende Sehne, so nennt man den Muskel **gefiedert**; setzen sie sich nur von der einen Seite schräg an eine Sehne fest, so heißt er **halbgefiedert**; verbreiten sich die sehnigen Fasern aber strahlenförmig in den Muskeln, so heißt er **strahlicht**. Bey einigen langen Muskeln findet man auch wohl in der Mitte sehnige Querfasern, die den Muskel gleichsam in mehrere Theile absondern.

Die Figur der Muskeln ist, wie ihre Größe und Dicke, sehr verschieden; die mehresten haben eine länglich runde Gestalt, einige aber sind dreyeckig, andere viereckig u. s. f. Der mittlere Theil der Muskeln ist gewöhnlich der stärkste und fleischigste, und wird der **Bauch** genannt, die Enden aber sind schlanker und härter, besonders da, wo sie sich mit harten Theilen verbinden.

Obgleich dieser Gegenstand eigentlich mehr zur Physiologie und Naturgeschichte gehöret, als zur Physik im eingeschränktern Sinne, so wird es doch nicht undienlich seyn, nur Einiges von den erstaunlichen Wirkungen der Muskeln anzuführen, besonders da der thierische Körper die Hauptquelle der Bewegung ausmacht. Man theilet die Bewegung des thierischen Körpers ein in **willkürliche, automatische** und **gemischte**. Beyspiele von der automatischen Bewegung geben die des Herzens, des Magens, der Gedärme u. s. f. von der gemischten die des Athemhohlens u. s. f.

Alle

Alle diese Bewegungen erfolgen durch Zusammenziehung der hierzu nöthigen Muskeln, so daß der mittlere Theil oder der Bauch von jedem Muskel sich der Länge nach verkürzt, und dabey aufschwillt, die beyden Enden aber eben dadurch einander näher gebracht werden. Diese Zusammenziehung geschiehet nach der Richtung, nach welcher sich die Muskelfasern mit den Sehnen vereinigen; bey den meisten Muskeln geschiehet sie also in gerader Linie; bey den gefiederten nach der Diagonallinie, bey den halbgefiederten in einer schrägen Linie und bey den strahlichten nach verschiedenen Richtungen. Oft ziehen sich vorzüglich gewisse einzelne Portionen eines Muskels zusammen, und dann folget die Bewegung nach der Richtung einer solchen einzelnen Portion. Bey der Zusammenziehung eines oder mehrerer Muskeln aber wird, wenn sich die Enden eines jeden Muskels nähern, der Theil (z. B. der Knochen), welcher der bewegliche ist, und an den sich das eine Ende des Muskels festsetzet, demjenigen Theil (z. B. dem Knochen) genähert, welcher unbeweglich ist, und an den das andere Ende des Muskels anhängt. Wenn aber der vorhin bewegt gewesene Theil wieder in seine erste Lage gebracht, oder auf eine entgegengesetzte Art beweget werden soll, so läßt der zusammengezogene Muskel nach, oder erschlafft, und ein ihm entgegengesetzter, welchen man den Antagonisten von jenem nennt, zieht sich dann zusammen. Soll endlich ein Theil ganz ruhen, so müssen beide Arten von Muskeln erschlafft seyn.

Das Zusammenziehen und Erschlaffen der Muskeln erfolget mit erstaunlicher Geschwindigkeit, welches sich daraus erkennen läßt, weil sie in eben dem Augenblicke ihre Wirkung äußern, in welchem wir sie in Bewegung gesetzt wissen wollen. Sehr auffallend zeiget sich dieß bey dem schnellen Lauf und Flug mancher Thiere, besonders aber bey der unbegreiflich schnellen Bewegung, welche die Zunge bey der geschwinden Aussprache verschiedener Buchstaben machen muß, z. B. bey der schnarrenden Aussprache des Buchstabens r. Wenn nach **Hallers** Versuchen ein Mensch in

einer Minute eine Stelle von Virgils Aeneide herliefet, in welcher 1500 Buchstaben vorkommen, so erfordert dieß wenigstens 1500 Zusammenziehungen und eben so viel Erschlaffungen in dieser kurzen Zeit.

Eben so erstaunenswürdig ist die Stärke der Kraft, welche durchs Zusammenziehen der Muskeln hervorgebracht werden kann. Von dieser Kraft, und von der Art und Weise, wie dabey die Knochen als Hebel durch die Muskeln in Bewegung gesetzet werden, handelt die bekannte Schrift des **Borelli** *). Es gibt Menschen, welche, wenn sie besonders von Jugend auf zu verhältnißmäßigen starken Arbeiten sich gewöhnet haben, im Stande sind, nicht allein in aufgerichteter Stellung, sondern auch selbst mit eingebogenem Leibe und eingebogenen Knieen mehrere Centner zu tragen. Für den letztern Fall berechnet **Borelli**, daß die Knorpel und Muskeln des Rückgrathes eine Gewalt von 25585 Pfunden ausüben müßten. Ueberhaupt aber läßt sich eben wegen der verschiedenen Stärke verschiedener Personen im Tragen und Halten schwerer Lasten bey aufrechter Stellung des Körpers, wo die Knochen von oben herab gedrückt werden, keine bestimmte Grenze für diese Kräfte festsetzen. Die Muskeln, welche beym Beißen wirken, und die Kinnladen aneinander drücken, wiegen zusammen kaum 2 Pfund, und können gleichwohl eine ungeheuere Wirkung hervorbringen. **Borelli** führet an, daß ein Mensch ein Gewicht von 160 Pfund mit den Zähnen habe aufheben können. Auch gibt es Menschen, welche im Stande sind, Pfirschenkerne aufzubeißen, welche nach **Heister** ein Gewicht von 300 Pfund gebrauchen, um sie zu zerdrücken. Auch gibt es Aequilibristen, welche auf den Zähnen eine Leiter mit einem darauf stehenden Knaben tragen können u. s. f.

Erwäget man noch hierbey, daß die zugleich mit in Bewegung kommenden Knochen als Wurfhebel zu betrachten sind,

*) *Jo. Alphonsi Borelli* de motu animalium. Journal 1680. 4 edit. cum *Jo. Bernoulli* meditat. de motu musculorum. Lugd. Batav. 1710. 4.

sind, wobey die Kraft eine sehr geringe Entfernung vom Ruhepunkte, und eine schiefe Richtung, mithin ein sehr geringes Moment hat, weßhalb die Kraft sehr groß seyn muß, um nur einen geringen Widerstand zu überwältigen, so wird man die Stärke der Muskelkraft noch weit mehr bewundern. Es sey nach **Musschenbroek** a) (fig. 120.) aeh ein ausgestreckter Arm eines Menschen, welcher an den Fingern bey h eine Last p von 20 Pfund erhält. Wird nun in der Achsel bey c der Ruhepunkt angenommen, so ist des Muskels (deltoides), welcher den Arm ausdehnet, Richtung edf, und die Entfernung der Kraft von dem Ruhepunkte c die auf edf senkrechte Linie cd, die Entfernung der Last hingegen vom Ruhepunkte ch. **Musschenbroek** setzt im Durchschnitt genommen cd:ch = 3:100 = 1:33⅓, daher für cd = 1 das Moment der Last p = 20 × 33⅓ = 666 wird, und die Kraft des Muskels edf, ob sie gleich nur 20 Pfund trägt, gleichwohl 666 Pfund gesetzet werden muß.

Borelli nimmt an, daß der Arm ah aus mehreren Hebeln zusammengesetzet sey, und berechnet die Kräfte aller bey dessen Ausstreckung mitwirkenden Muskeln, selbst derer in den Fingern. In Ansehung des Deltoides setzt er cd:ch = 1:30. Wäre daher p = 9½ Pfund, so würde die Kraft in edf = 30 × 9½ = 285 Pfund seyn müssen. Da aber der Muskel durch Zusammenziehung wirkt, mithin die Hälfte seiner Kraft gegen f, wo er fest ist, wendet, so muß seine Kraft doppelt so groß, also 570 Pfund gesetzet werden. Hierzu kömmt nun noch das Gewicht des Armes = 7 Pfund, welches man im Schwerpunkte desselben vereiniget, mithin dessen Moment = 7 × 15 = 105 Pfund annehmen kann, welches aber ebenfalls zu verdoppeln ist, daß folglich die ganze nach edf wirkende Kraft = 780 Pfund wird. **Borelli** findet alle Kräfte der mitwirkenden Muskeln 1990 Pfund, oder 209 Mahl größer, als das erhaltene Gewicht p. Man muß sie aber noch größer annehmen, weil die Fasern

 des

a) Introductio in philosoph. natural. Tom. I. §. 432.

des Muskels selbst mit seinen flechsenartigen Enden schiefe Winkel, etwa von 8 bis 10° machen.

Wenn man die Kraft des einzigen Muskels Deltoides genau prüfen will, so muß man annehmen, daß die Last bey g angebracht sey, wie auch **Borelli**, **Sturm** [α]) und **Segner** [β]) verfahren. Setzt man hierbey cg = 3 de, und den Winkel dea = 10°, so wird die Kraft des Muskels = 3 . cosec. 10° . p = 17 p (**Borelli** setzt cd : cg = 1 : 14, mithin diese Kraft = 14 p). Dieß ist aber nur die Hälfte der ganzen Kraft, weil die andere Hälfte gegen den Punkt f, wo er fest ist, verwendet wird; es muß also die ganze Kraft auf 34 p (nach **Borelli** auf 28 p) geschätzet werden. Wegen der Schiefe der Fasern gegen die flechsenartigen Enden des Muskels muß noch diese Kraft mit dem Cosinus der Schiefe dividiret, oder mit der Sekante derselben multipliciret werden, um die wahre Größe der wirkenden Kraft zu finden. Nimmt man die Schiefe der Fasern im Deltoides = 30°, wovon die Sekante = 1,15 ist, so findet man die ganze Kraft des Zusammenziehens des Muskels = 34 . 1,15 . p = 39 p (nach **Borelli** 32 p). Vermöge der Versuche kann p = 55 seyn; es kann nämlich ein Mensch mit ausgestrecktem Arme am Gelenke des Elbogens g 50 Pfund tragen, wozu noch das Gewicht des Armes von 5 Pfund kömmt. Folglich ist die ganze Kraft der Zusammenziehung des Deltoides = 39 . 55 = 2145 Pfund (nach **Borelli** 1760 Pfund).

Diese Beyspiele beweisen, daß die Bewegung der Muskeln einen sehr großen Aufwand von Kraft erfordern. Es scheint aber hierbey der Schöpfer nicht sowohl auf das Ersparniß der Kräfte, als vielmehr darauf gesehen zu haben, daß die Bewegungen schnell erfolgen sollten, und daß die Muskeln in den möglichst kleinen Raum gebracht werden, und

α) Ephemerides natur. curios. Decur. II. An. III. p. 456. Ann. IV. append.

β) In Nieuwetyts Gebrauch der Weltbetrachtung aus d. Holländ. Jena 1747. 4. S. 104.

und sich einander selbst in ihren Verrichtungen nicht stören möchten. Sie setzen sich immer sehr nahe am Ruhepunkte des Hebels fest, und sind eben dadurch im Stande, die Glieder so ungemein schnell zu bewegen; auch bedürfen sie eines geringen Grades von Anschwellen, als selbst erforderlich wäre, und als ohne den Körper in einen unförmlichen Klumpen zu verwandeln, und einander selbst zu stören, Statt gehabt haben könnte. Wenn z. B. ein Pfund mit ausgestrecktem Arme durch eine Kraft von $\frac{1}{4}$ Pfund 2 Schuh hoch gehoben werden sollte, so wäre eine Verkürzung des Muskels um 8 Fuß nöthig gewesen; eine solche ungeheuere Größe aber würde den Körper höchst unbehülflich und schwer gemacht haben. Ja die Lasten hätten alsdann nicht mit den äußersten Enden des Körpers, welche die größte Entfernung vom Ruhepunkte haben, ergriffen werden können; vielmehr hätten sich die Muskeln vom Stamme aus bis an die äußersten Enden erstrecken, und die Glieder, womit die Lasten überwältiget werden sollten, nahe an den Ruhepunkt angebracht werden müssen. Allein die Natur hat sehr weise einen Bau der Glieder am thierischen Körper gewählet, bey welchem durch eine sehr geringe Verkürzung der Muskeln, die man an der Gestalt des Körpers kaum gewahr wird, Bewegungen der Glieder durch sehr beträchtliche Räume hervorgebracht werden. Wenn daher der Deltoides um 2 Zoll verkürzet würde, so wird auch der Arm durch einen Halbkreis beweget, dessen Halbmesser 3 Fuß ist. Da nun diese Verkürzung in sehr geringer Zeit geschehen kann, so hängt hiervon die große Geschwindigkeit ab, welche wir den Körpern durch den Wurf mittheilen können, und welche ganz verloren gehen würde, wenn die Natur eine andere Verbindung der Muskeln mit den Knochen, als den Wurfhebel gewählet hätte. Indessen hat der Schöpfer auch dafür gesorget, daß die Wurfbewegung so viel erleichtert worden ist, als es nach der Einrichtung des Ganzen nur immer möglich war. Deßwegen sind dit Enden der Knochen dick und knotig, und stellen

Rollen vor, über welche die Muskeln geführet sind. Die meisten Muskeln sind von außen mit einer sehnigen Membran überzogen, und durch Zellgewebe zusammengeheftet, um sich bey den Bewegungen der Glieder nicht zu weit von den Knochen zu entfernen; lange Sehnen sind besonders in eigenen sehr schlüpfrigen Scheiden eingeschlossen, um nicht ausweichen zu können, und immer gegen die Knochen angedrückt zu seyn; zwischen den Muskeln ist Fett und unter manchen starken Sehnen sind Schleimsäcke, um sie schlüpfrig und biegsam zu erhalten. Endlich wird auch durch die Mitwirkung der benachbarten Muskeln die Muskelbewegung an sich erleichtert, und zugleich in ihrer Richtung auf die mannigfaltigste Art verändert, dergestalt, daß allerley Bewegungen hervorgebracht werden können, deren Entstehung nur durch die Vereinigung von mehreren, in verschiedener Richtung wirkenden, Kräften möglich war.

Von der Ursache der Bewegung der Muskeln haben die Physiologen verschiedene Meinungen gehabt, sind aber noch nicht so glücklich gewesen, den wahren Grund von diesem wichtigen Gegenstande aufzufinden. Einige der vorzüglichsten Meinungen sind folgende:

Schon **Galen** führet an, daß im Körper gar kein Princip der Bewegung liege, und daß überhaupt alle Bewegungen, sowohl die automatischen als auch willkürlichen von der unmittelbaren Einwirkung der Seele herrühren. Dieser Meinung waren auch **Swammerdam**, **Borelli**, **Perrault** u. a. zugethan; sie erhielt aber erst durch **Georg Ernst Stahl** *) und seine Schüler mehr Ansehen, und ist vorzüglich durch **Tabor**, **Mead** und **Whytt** in England, und durch **Sauvages** in Frankreich ausgebreitet worden. Nach diesem animastischen Systeme, nach welchem die Seele unmittelbar auf den Körper wirket, ist es auch diese, welche den Körper bauet, beweget, und bey erfolgter Verletzung heilet. Sie regieret den Schlag des Herzens, und die Bewegungen der Eingeweide, ob sie gleich ihr

*) De motu tonico. Halae 1685. p. 37. sq.

ihr Bewußtseyn hiervon durch lang wiederhohlte Gewohnheit verlieret. Sie läßt bey den Leidenschaften und Gemüthsbewegungen das Herz heftiger schlagen, bey Schrecken und Furcht die Kräfte der Muskeln abspannen u. s. f. Man beruft sich hierbey darauf, daß keine Maschine gedenkbar sey, welche dem vermehrten Widerstande eine größere Kraft entgegensetze. Ueberhaupt sind nach diesem Systeme alle Verrichtungen des Körpers Wirkungen der Seele, welche auf Erhaltung des Körpers und Ersparung der Lebenskräfte abzwecken. Daß dabey kein deutliches Bewußtseyn Statt finde, streite gar nicht gegen die Möglichkeit der Sache, da man auch willkürliche Bewegungen sehr oft ohne Bewußtseyn verrichte, wie z. B. Gehen u. dergl.

Dieser Meinung aber haben **Boerhave** und **Haller** wichtige Gründe entgegengesetzet. Denn es stehet keinesweges in unserer Gewalt, die automatischen Bewegungen des Herzens und der Gedärme willkürlich zu unterbrechen, und wieder zu erneuern; ja selbst die Gemühtsbewegungen darauf hangen nicht von unserer Willkür ab. Ueberdem gibt es viele Bewegungen des thierischen Körpers, welche demselben mehr zerstörend als heilsam sind. Nur die willkürlichen Bewegungen sind jederzeit unserm Gebote unterworfen. Uebrigens ist es gar nicht wahrscheinlich, daß im thierischen Körper keine Kräfte liegen sollten, welche die Bewegungen hervorbrächten, da man überhaupt, vorzüglich nach der dynamischen Lehre, jeder Materie ursprüngliche Kräfte beylegen muß, wenn man nicht auf geistige Einwirkung bey jeder Bewegung derselben seine Zuflucht nehmen will. Dieserwegen legt vielmehr **Haller** den Muskeln eine Reizbarkeit bey. Er meint, bey den automatischen Bewegungen werde dieser Reiz durch die Einwirkung der thierischen Oekonomie selbst hervorgebracht, z. B. im Herzen durch das Blut, im Magen und Gedärmen durch Luft und Speisen, in der Harnblase durch den Urin, in der Gallenblase durch die Galle u. s. f. Bey den willkürlichen Bewegungen aber gewöhnlich durch Nerven. Jedoch können auch Muskeln,

 welche

welche sonst nur von dem Willen der Seele oder von der Wirkung der Nerven abhangen, durch den Reiz einer Schärfe u. dergl. wie bey Convulsionen, in unwillkürliche Bewegungen versetzet werden.

Daß bey den willkürlichen Bewegungen die Einwirkung der Nerven die Hauptursache sey, ist gar keinem Zweifel unterworfen. Denn wenn man den Stamm der in einen Muskel sich verbreitenden Nerven abschneidet, unterbindet, oder zusammendrückt, so wird der Muskel gelähmt, und äußert seine Wirkung nicht mehr; und wenn ein noch in seiner Verbindung mit dem Muskel stehender Nerv gereizet wird, so wird der Muskel aufs heftigste verzuckt. Allein wie dieses erfolge, darüber sind eine sehr große Menge von Hypothesen entstanden. **Galen** und die ältern Aerzte behaupteten, es strömten gleichsam die Lebensgeister aus dem Gehirn durch die Nerven in die Muskeln, um diese zu bewegen. **Cartesius** nahm an, daß die Bewegung von einem schnellern Einfließen des Nervensaftes herrühre, und **Newton** leitete sie von dem Aether her, welcher in die Nervencanäle durch den Willen unserer Seele getrieben werde. **Santorini**, **Tabor** und **Willis** hingegen glaubten, daß die Nervenfaser von dem eindringenden Lebensgeiste sich aufschwelle. **Astruc** verglich die Muskelfaser mit einer Röhre, welche sich in eine Blase endiget, und aufgeblasen sich erweitere, und große Lasten durch ihre Verkürzung erheben könne, und glaubte, daß der Nervensaft, welcher in die Muskelfaser eindringe, gleiche Wirkungen hervorbringe. Ja **Borelli**, **Senac** u. a. ließen sogar die Muskeln aus lauter Blasen und Zellen bestehen, welche durch den Nervensaft aufgetrieben würden, und dadurch eine Verkürzung mit einer so erstaunlichen Wirkung zuwege brächten. Allein die Mikroskope zeigen diesen zellenförmigen Bau der Muskeln nicht, und die Verkürzungen derselben sind oft so unbeträchtlich, daß bey der erstaunlichen Wirkung eine ungeheuere Auftreibung des Volumens nöthig wäre,

wäre, dergleichen doch bey den Versuchen nicht wahrgenommen werden.

Andere haben vermuthet, daß die Verkürzung der Muskeln durch das Blut bewirket werde, weil die Thiere sich noch eine Zeitlang bewegten, wenn man ihnen auch gleich das Gehirn genommen habe. Dahin gehören **Daniel Bernoulli** und besonders **Berrier**, welcher glaubet, daß die Muskeln vom Blute, wie gewundene Schnüren von der Feuchtigkeit, verkürzet werden, wobey er zugleich die Geschwindigkeit und Wärme des Blutes mitwirken läßt. Er stützt seine Meinung darauf, daß der Muskel bey der Zusammenziehung bleich werde, indem sich das Blut aus den kleinen Arterien ins Innere der Fasern ergieße. Auch **Swammerdam**, **Baglin** und **Cowper** haben die Muskelbewegung dem Blute zugeschrieben, weil bey Unterbindung der Aorta die Glieder lahm werden. **Le Cat** ist der Meinung, die kleinen Arterien gössen eine dem Nervensafte ähnliche eigene Lymphe in die zellenförmige Muskelfaser. Allein gegen alle diese Hypothesen lassen sich die Einwendungen machen, daß es Insekten mit sehr vielen und starken Muskeln, ohne Blut und Blutgefäße gibt.

Auch haben verschiedene Physiologen die Ursache der Muskelbewegungen aus der Wirkung gewisser chemischer Prozesse im thierischen Körper herzuleiten gesuchet, wie z. B. **Wallis**, **Bellin**, **Reil**, **Hamberger** u. a. m.

Sauvages führt die Elektricität als Ursache an, durch welche er die Muskeln so aufschwellen läßt, wie ein Bündel hanfener Fäden, das am Conduktor hängt, durch die Elektricität ausgedehnet und verkürzet werde.

Nach **Haller** erfolgen die willkürlichen Bewegungen der Muskeln aus ihrer Reizbarkeit oder natürlichen Neigung zur Zusammenziehung, welche nach dem Willen der Seele durch den Reiz des Nervensaftes verstärket werden könne. Ob aber dieß wirklich durch einen physischen Einfluß oder durch vorher bestimmte Harmonie des Körpers mit der Seele geschehe, überläßt er der Untersuchung der Weltweisen.

Girtanner [a]) nimmt die Reizbarkeit als Lebensprincip an, und findet die reizbare Fiber, welche sehr uneigentlich Muskelfiber genannt werde, in der ganzen Natur verbreitet. Nach seiner Theorie bestehen alle feste Theile der Thiere und Pflanzen aus der **erdigen, sensibeln** und **reizbaren** Fiber. Den Pflanzen mangelt die sensible, macht aber die Nerven der Thiere aus; alles, was auf die reizbare Fiber wirkt, wirkt nicht auf die sensible, nur die reizbare Fiber selbst besitzet die Fähigkeit, auf die sensible zu wirken, und daher entstehet **Empfindung.** Auf die reizbare Fiber wirken unaufhörlich die umgebenden Körper, und reizen sie zur Zusammenziehung; selbst die sensible wirkt darauf, daher der Nervenreiz entstehet. Diese reizbare Fiber ist gerade oder zirkelförmig, oder spiralförmig, woraus die nöthigen Bewegungen bey den Zusammenziehungen erfolgen.

Die reizbare Fiber ist entweder im Zustande der Gesundheit, welchen Girtanner ihren **Ton** nennt, oder im Zustande der Anhäufung, welcher durch Entfernungen der gewöhnlichen Reize zuwege gebracht wird, oder endlich im Zustande der Erschöpfung durch zu starke Anwendung des Reizes. Die unersetzliche Erschöpfung der reizbaren Fiber ist der **Brand.**

Gewöhnlich wirken auf die reizbare Fiber Wärme, Licht, Nahrung, Luft, Umlauf des Blutes, Begattungstrieb und Nervenreiz. Letzterer ist den Thieren allein eigen, und die Ursache der willkürlichen Bewegungen, der Leidenschaften und Convulsionen. Hiernach sind also die willkürlichen Bewegungen Folgen des auf die reizbare Fiber ausgeübten Nervenreizes; diese mangeln den Pflanzen, weil diese Art des Reizes bey ihnen nicht Statt hat. Die unwillkürlichen Bewegungen entstehen theils aus Nervenreiz, theils

[a]) Abhandlungen über die Irritabilität als Lebensprincip in der organisirten Natur, aus dem Journ. de physique. Juin 1790. p. 422. Juillet. p. 139. übersetzt in Grens Journal der Physik. B. III. S. 317 f. 507 f.

theils aus den übrigen gewöhnlichen und außerordentlichen Reizen.

Den Grundstoff der Reizbarkeit sucht **Girtanner** im Sauerstoffe, welcher sich während des Athemhohlens mit dem Blute in der Lunge verbinde, und durch den Umlauf allen Theilen des Systems mitgetheilet werde.

Nimmt man auch wirklich an, daß der Sauerstoff das Reizmittel zur Zusammenziehung der Muskeln sey, so ist dadurch noch keinesweges die Ursache der Bewegung der Muskeln erkläret. Denn es bleibt immer noch die Frage zurück, durch welchen Mechanismus der Sauerstoff die Lebenskraft verstärke, und die Beweglichkeit der reizbaren Fiber vergrößere.

In den neuern Zeiten hat man durch Entdeckung des Galvanismus (M. s. **Electricität, thierische**) in diesen wichtigen Gegenstand tiefer einzudringen gesuchet. Viele Naturforscher und Physiologen aber haben das meiste davon aus der Einwirkung äußerer Reize erkläret; andere aber, besonders der Herr **von Humbold**, scheinen durch ihre mannigfaltigen Versuche berechtiget zu seyn, ein eigenes Fluidum, das galvanische Fluidum, im thierischen Körper anzunehmen, welches von den Nerven in Berührung mit Metallen hergegeben werde, und in einer genauen Verbindung mit dem, was man Lebensprincip nenne, stehe.

M. s. *Jo. Alphonsi Borelli* de motu animalium. Pars I et II. Lugd. Batav. 1710. 4. *Alberti v. Haller* elementa physiologiae corporis humani Tom. IV. Lausan. 1762. 4. lib. XI. motus animalis. **Just Christ. Loder** Anfangsgründe der medicinischen Anthropologie und der Staatsarzneykunde §. 109 u. f.

Musschenbroek'scher Versuch s. **Flasche, geladene.**
Mussons s. **Passatwinde.**
Myop s. **Auge.**

N.

Nacht (nox, nuit) ist die Zeit, welche während des Untergangungspunktes der Sonne bis zum nächstfolgenden Aufgangungspunkte derselben verfließet. Die Dauer dieser Zeit ist an verschiedenen Orten der Erde gar sehr verschieden, und hängt von dem Stande der Sonne und von der geographischen Breite oder Polhöhe der Orte ab.

Weiß man die Tageslänge, so läßt sich auch sehr leicht die Nachtlänge durch eine geringe Subtraction der Tageslänge von 24 Stunden finden. Die halbe Tageslänge ist = (90° + Ascens. differenz d. Sonne) in Sternzeit (M. s. **Ascensionaldifferenz.** Th. I. S. 125.). Nimmt man nun die ganze Tageslänge 12 Stunden, mithin auch die ganze Nachtlänge 12 Stunden an, so werden die halbe Tageslänge und die halbe Nachtlänge ebensfalls 12 Stunden betragen; folglich bleibt die halbe Nachtlänge übrig, wenn man von 12 Stunden, oder 180 Graden in Sternzeit ausgedrückt, die habe Tageslänge subtrahiret; es ist also

halbe Nachtlänge = (180° — (90° + Ascens. diff. der Sonne)) in Sternzeit
= (90° — Ascens. diff. der Sonne) in Sternzeit.

Da wir im bürgerlichen Leben die Stunden um Mitternacht oder in der Hälfte der Nacht zu zählen anfangen, so gibt auch die halbe Nachtlänge zugleich die Stunde des Aufgangs der Sonne.

Diejenigen Oerter auf der Erdoberfläche, welche unter dem Aequator liegen, haben eine Polhöhe, die man 0 setzen kann, mithin auch die Ascensionaldifferenz = 0, und es ist daher zu jeder Zeit daselbst die halbe Nachtlänge = 6 Stunden. Es betragen also alle Nächte 12 Stunden, und sind den Tagen gleich. An denjenigen Orten der Erdfläche hingegen, welche zwischen dem Aequator und den Polen liegen, ist die Nachtlänge veränderlich. Wenn die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn in Aequator kömmt, welches jährlich zwey Mahl geschiehet, nämlich um den 20ten März und

den 23 September, mithin ihre Abweichung und die Ascensionaldifferenz = 0 ist, so beträgt die ganze Nachtlänge an allen Orten der Erde 12 Stunden, und ist folglich der Tageslänge gleich. Kömmt hingegen die Sonne in die nördliche Halbkugel, so ist alsdann die Ascensionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel positiv, folglich die Nachtlänge kleiner als 12 Stunden; für Orte der südlichen Halbkugel aber wird die Ascensionaldifferenz negativ, und die Dauer der Nacht beträgt mehr als 12 Stunden. Alle diese Erscheinungen sind umgekehrt, wenn die Sonne in die südliche Halbkugel übergehet; denn alsdann haben die Nordländer längere, die Südländer kürzere Nächte.

Die Abweichung der Sonne wird am größten, und der Schiefe der Ekliptik gleich, zur Zeit der Solstitien, welches um den 21 Decemb. und 21 Juni geschiehet. Alsdann hat man

sin. Ascens. differ. = tang. Schiefe d. Eklipt. × tang. Polhöhe

M. s. **Ascensionaldifferenz** Th. I. S. 124. Für Jena beträgt

die kürzeste Nachtl.	7 Stund.	40 Min.	18 Sek.	24 Tert.
die längste	— 16	— 20	— 40	— 36 —

An den Orten unter den Polarkreisen, wo die geographische Breite oder Polhöhe sich mit der Schiefe der Ekliptik zu 90° ergänzt, ist zu der Zeit der Sonnenwende

sin. Ascens. differ. = tang. Schief. der Eklipt. × cota. Schief. der Eklipt. = 1,

mithin die Ascensionaldifferenz = 90°, und die längste Nacht 24 Stunden, die kürzeste = 0, d. h. diese Orte haben im Jahre ein Mahl eine Nacht von 24 Stunden, da die Sonne gar nicht aufgeht, und ein Mahl einen Tag von 24 Stunden, da sie gar nicht untergehet.

Diese beständige Nacht wird für die Oerter der kalten Zone von desto größerer Dauer seyn, je näher sie den Polen liegen. Die Nacht fängt an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird, und erstreckt

streckt sich über die Sonnenwende hinaus, bis die abnehmende Abweichung eben so groß wieder geworden ist. Wenn die Polhöhe eines Ortes 70° beträgt, so fängt daselbst die Nacht an, sobald die Sonne 20° Abweichung erhält, d. i. von 21 Novemb. und erstreckt sich über den 21 Decemb. hinaus, bis zu dem Tage, da die Sonne im Aufsteigen wieder dieselbe südliche Abweichung von 20 Grad erreicht, d. i. bis zum 20 Januar.

Unter den Polen selbst, wo die Polhöhe 90° ist, fängt sich schon die beständige Nacht mit der Abweichung = 0, oder mit der Nachtgleiche selbst an, und endiget sich erst mit der folgenden Nachtgleiche. Ihre Dauer ist also ein ganzes halbes Jahr; für den Nordpol vom 23 Sept. bis zum 20 März, für den Südpol vom 20 März bis zum 23 September.

Alle diese Bestimmungen gelten nur, wenn man bloß auf die verschiedene Lage des Mittelpunktes der Sonne gegen die Orte der Erde Rücksicht nimmt. Es ist aber leicht zu begreifen, daß folgende Umstände eine Verminderung der Nachtlänge zuwege bringen müssen; theils die scheinbare Größe der Sonnenscheibe, wobey die eine Hälfte eher auf- und die andere später untergehet, als derselben Mittelpunkt, theils die Strahlenbrechung in der Atmosphäre der Erde, welche das Sonnenbild über den Horizont erhebt, obgleich noch die Sonne unter dem Horizonte steht, sind Ursachen dieser Verminderung.

Wenn man endlich unter Nacht diejenige Zeit versteht, während welcher gar kein Tageslicht auf den Beobachtungsort kömmt, so wird diese Zeitdauer noch weit beträchtlicher durch die Dämmerung verkürzt. Daher gibt es auch außer den kalten Zonen, selbst in unsern Ländern, Zeiten, wo es in diesem Verstande gar nicht Nacht wird, d. i. wo die Dämmerung die ganze Nacht hindurch dauert. M. s. Dämmerung.

Nachtgleichen, Punkte der Nachtgleichen s. Aequinoctialpunkte.

Nachtgleiche, Zeit der Nachtgleiche (aequinoxium, équinoxe) heißt der Zeitpunkt, da der Mittelpunkt der Sonne bey seinem scheinbaren Umlaufe um den Himmel in den Aequator tritt. Weil die Sonne ihre Bewegung ununterbrochen fortsetzet, so kann auch dieser Zeitpunkt, da der Mittelpunkt derselben in den Aequator kömmt, nur ein einziger Augenblick seyn, in welchem er denselben zugleich wieder verläßt. Weil aber die Bewegung der Sonne langsam von Statten gehet, so kann man annehmen, daß die Sonne zu dieser Zeit den ganzen Tag über im Aequator stille stehe. Dem zufolge wird alsdann der Aequator selbst für diesen Tag der Tagebogen derselben, und weil er als ein größter Kreis der Himmelskugel von jedem Horizonte zu gleichen Theilen durchschnitten wird, so ist an diesem Tage die Sonne überall 12 Stunden sichtbar und 12 Stunden unsichtbar. Es heißt daher der ganze Tag, **Tag der Nachtgleiche** (dies aequinoctii s. aequinoctialis, jour d'équinoxe).

Weil der Aequator von der Sonnenbahn in zweyen Punkten durchschnitten wird, so gibt es auch jährlich zwey Nachtgleichen, welche um den 21ten März und 23ten September fallen. M. s. **Frühlingsnachtgleiche, Herbstnachtgleiche.**

Nachtgleichen, Vorrücken derselben s. **Vorrücken der Nachtgleichen.**

Nadir, Fußpunkt (Nadir) heißt in der Sternkunde derjenige Punkt an der scheinbaren Himmelskugel, welcher dem Scheitelpunkte oder dem Zenith gerade entgegengesetzet ist. Es ist also das Nadir der Endpunkt der durch einen Ort auf der Erdfläche bis an die scheinbare Himmelskugel unterwärts verlängerten Scheitellinie, und zugleich der eine Pol des Horizontes, und ist daher von diesem allenthalben um 90° oder um einen Quadranten entfernet. Wenn daher irgend ein Stern unter dem Horizonte eines Ortes sich befindet, und man kennt dessen Tiefe unter dem

Horizonte,

Horizonte, so findet man auch den Abstand desselben vom Nadir, wenn man die Tiefe von 90° subtrahiret.

Wenn unsere Erde eine vollkommene Kugel wäre, so würde alsdann unser Nadir das Zenith unserer Gegenfüßler seyn. Da aber die Erde von der Kugelgestalt abweichet, so findet dieß nur für Orte unter dem Aequator und unter den Polen Statt.

Ein jeder Ort auf der Erdoberfläche hat sein eigenes Nadir, sein eigenes Zenith und seinen eigenen Horizont. Bey der Veränderung eines Ortes auf der Erde werden also auch sein Nadir, Zenith und Horizont verhältnißmäßig verändert.

Naphtha, natürliche s. **Erharze.**

Naphtha, künstliche s. **Aether.**

Naßniedergehen, Staubregen (psecas, pluuia tenuissima, bruine, brouine) heißt der äußerst feine Regen, welcher in kaum sichtbaren Tröpfchen niederfällt, und die Körper stark befeuchtet. Wenn nämlich in der Atmosphäre eine Verdichtung der aufgestiegenen Dünste, oder ihre Verwandlung in Wassertröpfchen in einer Wolke sehr langsam erfolget, so senken sich die kleinen Tröpfchen langsam herab, ehe sie sich noch zu größern Tropfen vereinigen können. In einem solchen Falle sagt man alsdann, **es gehe naß nieder.** Diese Erscheinung nimmt man vorzüglich bey Nebeln gewahr, welche aus der Luft niedersinken. Auch kann dieses Phänomen sich ereignen, wenn eine höhere Wolke von unten auf sich zu verdichten anfängt; denn alsdann fallen die untern Tröpfchen zuerst herab, treffen unterwegs kein Wasser weiter an, und können sich daher in keine größere Regentropfen umbilden.

Natur (natura, nature) bedeutet im weitläuftigsten Sinne den Inbegriff aller Eigenschaften der Dinge. In einem engern Verstande wird das Wort Natur bloß von der materiellen Welt gebrauchet, und bedeutet alsdann den Inbegriff aller Eigenschaften der materiellen Dinge.

Alles, was an materiellen Dingen nach gewissen unveränderlichen Gesetzen erfolget, heißt **natürlich**, was aber diesen entgegen ist, **unnatürlich.** Wenn aber eine Begebenheit so geschiehet, daß sie aus Naturgesetzen auf keine Weise eingesehen werden kann, so nennt man sie **übernatürlich.** Man muß sich aber wohl hüten, daß man nicht sogleich einen Erfolg für übernatürlich halte, wenn wir nicht sogleich fähig sind, denselben nach bekannten Naturgesetzen zu beurtheilen. So werden oftmahls Taschenspielereyen für übernatürliche Begebenheiten gehalten, die doch ihre wirklichen physischen Gründe haben. Auch der Aberglaube hält manche natürliche Erfolge übernatürlich. Ueberhaupt hat es wohl in der Körperwelt wenige übernatürliche Begebenheiten gegeben.

In einer andern Bedeutung versteht man unter dem Worte **natürlich**, im Gegensatze des **künstlichen**, alles, was ohne menschliche Kunst entsteht oder geschiehet. Auf diese Art unterscheidet man natürliche Körper von Produkten der Kunst, ob es gleich oft nicht leicht ist, die künstlichen Körper von den natürlichen zu unterscheiden.

Außer dieser Bedeutung des Wortes **Natur** versteht man auch darunter

1. die Grundursache der Erscheinungen in der Welt, oder die hervorbringende Ursache der Dinge und ihrer Wirkungen; mithin bedeutet das Wort Natur in diesem Verstande den Schöpfer selbst, welcher alle Dinge nach unveränderlichen Gesetzen erschaffen, und hierbey zu seinen erhabensten Zwecken die schicklichsten Mittel gewählet hat. Darauf beziehen sich die Ausdrücke: **Die Natur bringt hervor, die Natur thut dieß oder jenes** u. s. Die Scholastiker drückten Natur in dieser Bedeutung durch natura naturans aus.

2. Versteht man auch darunter den Inbegriff aller erschaffenen Dinge oder man nimmt sie gleichbedeutend mit dem Worte Welt; und darauf beziehen sich die Redensarten: **man trifft in der ganzen Natur dieß oder**

jenes **nicht an**, es **geschiehet dieß oder jenes in der Natur** u. s. f. Dieß drückten die Scholastiker durch natura naturata aus.

Naturbegebenheiten s. **Phänomene.**

Naturgeschichte (historia naturalis, histoire naturelle) heißt diejenige Wissenschaft, welche uns die wirklich vorhandenen natürlichen Körper auf unserer Erde historisch kennen lehret. Sie muß als ein Zweig der Naturbeschreibung im weitläuftigsten Sinne betrachtet werden.

Unsere Kenntniß von Dingen ist entweder **historisch** oder **rational**, und daher theilet sich die Naturlehre in die **historische** und **rationale** ab. Die historische Naturlehre enthält systematisch geordnete Fakta der Naturdinge, mithin entweder solcher, die sind, oder solcher, die gewesen sind. Das erstere ist **Naturbeschreibung** im weitläuftigsten Verstande, und begreift nicht allein die drey Reiche der Natur, sondern auch die einfachen Bestandtheile nach ihrer Aehnlichkeit und Verschiedenheit, und die Gestirne unter sich. Das zweyte ist **Geschichte der Natur**, welche also systemanisch geordnete Fakta solcher Naturdinge enthalten muß, welche gewesen sind. Von dieser haben wir nur Bruchstücke. Die Naturbeschreibung theilet man besonders in folgende drey Wissenschaften ab: in die **Naturgeschichte** oder in die historische Kenntniß der drey Reiche der Natur; in die **Chemie** oder in die Kenntniß der einfachen Bestandtheile der Körper, und in die **Astragnosie** oder in die Kenntniß der Gestirne.

Es lassen sich die auf unserer Erde wirklich vorhandenen Körper auf folgende Art eintheilen: sie sind entweder **unorganische** oder **organisirte**. M. s. **Organisirte Körper**; die letztern wieder **empfindungslose** oder **empfindende**. Die unorganischen Körper machen die **Mineralien** oder Fossilien, die organischen ohne Empfindung die **Pflanzen** oder **Vegetabilien**, die organisirten mit Empfindung die **Thiere** aus, und hierauf gründet sich die bekannte Eintheilung der drey Reiche der Natur, das **Mineralreich**

neralreich (regnum minerale), das Pflanzenreich (regnum vegetabile), und das Thierreich (regnum animale). Diese drey Reiche der Natur sind es eben, welche gewöhnlich in der Naturgeschichte historisch abgehandelt werden.

Weil es verschiedene Körper gibt, die ihrer Eigenschaften wegen zu mehreren Natürlichen gezählet werden könnten, als z. B. die Thierpflanzen, so haben einige Naturhistoriker ein Mittelreich für die Thierpflanzen (zoophyta et litophyta) und Pilze (fungi) angenommen. Allein man hat dieß nicht nöthig. Wenn auch gleich die Natur die mancherley Körper in ihren Volkommenheiten so geformet hat, daß sie nur allmählig aus dem einen Naturreiche in das andere überzugehen scheinen, so sind doch der organische Bau und die Empfindlichkeit hinlänglich entscheidende Kennzeichen, nach welchen einem jeden wirklichen Körper der gehörige Platz in einem der Naturreiche angewiesen werden kann. So gehören die Thierpflanzen wegen ihrer Empfindlichkeit zu dem Thierreiche, und sollten daher lieber Pflanzenthiere heißen; die Pilze sind dagegen wegen der Unempfindlichkeit zu dem Pflanzenreiche zu rechnen. Zu diesem leztern gehören auch diejenigen Pflanzen, welche einen gewissen hohen Grad von Empfindlichkeit zeigen, als z. B. die mimosa sensibilis, auerrhoa carambola, Dionaea muscipula u. s. f. Allein in dieser Pflanzenbewegung liegt nichts einem Unterscheidungsvermögen und einer willkürlichen Bewegung ähnliches. So zieht die Dionaea ihr Blatt zusammen, es mag von einem Holze, einer Feder u. dergl. berühret werden. Hingegen bey den Polypen unterscheidet sich die Bewegung ihrer Arme nach etwas, welches ihnen zur Nahrung dienet, sehr merklich von der Bewegung bey Berührung anderer Dinge. Eine Beschreibung dieser Unterschiede und Verbindungen der natürlichen Körper findet man beym Bonnet *).

Noch andere Naturhistoriker haben in die Naturgeschichte Beschreibungen und Classifikationen einfacher Stoffe, z. B.

*) Contemplation de la nature. Amsterd. 1764. 8.

z. B. verschiedener Gattungen des Wassers, der Luft u. s. f. gezogen. So nimmt **Wallerius** [α]) ein Wasserreich, Denso [β]) ein **Feuerreich** und **Titius** [γ]) ein **Materialreich** an. Selbst der Herr Bergrath **Widenmann** [δ]) erneuert den Vorschlag, außer den drey Naturreichen noch ein viertes unter dem Namen des **atmosphärischen** oder der **Atmosphärilien** hinzuzusetzen, wozu er außer dem Wärmestoffe, Lichtstoffe und den Luftarten auch noch das Wasser rechnet.

Die meisten Naturhistoriker haben aber bisher beständig nur diese drey Haupttheile in der Naturgeschichte abgehandelt, nämlich die **Zoologie**, welche das Thierreich, die **Botanik**, welche das Pflanzenreich, und die **Mineralogie** (Oryktologie), welche das Mineralreich zum Gegenstande hat. Die Hauptabsicht bey diesen drey wichtigen Theilen geht bloß auf historische Kenntniß der dahin gehörigen Körper, nicht aber auf Erklärungen aus den Ursachen. Es hat folglich die Naturgeschichte mit nichts weitern zu thun, als mit richtiger Bestimmung der unterscheidenden Merkmahle der Körper, dieselben selbst nach diesen Merkmahlen zu ordnen, zu benennen, und damit zugleich nützliche Nachrichten von ihren Eigenschaften und Verhältnissen zu verbinden. In dieser Rücksicht rechnet man alle einzelne Individuen, welche alle unterscheidende Merkmahle mit einander gemein haben, zu einer **Art** (species). Die in gewissen Haupteigenschaften mit einander übereinstimmenden Arten machen eine **Gattung** oder **Geschlecht** (genus), und mehrere ähnliche Gattungen eine **Classe** aus. Sind noch mehrere Unterabtheilungen nöthig, so theilet man noch die Classen in **Ordnungen** und die Gattungen in **Familien** ab. Die Eintheilung der natürlichen Körper nach

α) Hydrologia. Stockholm 1748. 8.
β) J. G. Wallerius Hydrolog. übers. v. J. D. Denso in d. Vorrede.
γ) Lehrbegriff der Naturgesch. zum ersten Unterrichte. Leipz. 1777. 8.
δ) Von der Nothwendigkeit bey der Haupteintheilung der natürlichen Körper ein viertes Naturreich anzunehmen; in Crells chem. Annalen 1793. B. II. St. 7.

nach diesen Fächern wird ein **System** genannt. Das Gedächtniß erlangt durch diese Eintheilung ein schönes Hülfsmittel, die so zu sagen fast unzählbaren natürlichen Körper mit einem Blicke zu übersehen. Gleichwohl ist dieses System noch nicht die Naturgeschichte selbst. Das **natürliche System**, als das vollkommenste würde dieß seyn, wo alle Körper neben einander gestellet würden, die in den meisten Eigenschaften mit einander übereinkommen. In einem solchen Systeme könnte man von der Stelle, welchen ein Körper darin einnimmt, auf seine Eigenschaften und Verhältnisse schließen. Von diesem Systeme aber haben wir nur Bruchstücke, und wir müssen uns daher nothwendig mit künstlichen Systemen behelfen, worin man die wesentlichste Haupteigenschaft mehrerer Körper als das Kennzeichen einer Classe annimmt, und die Ordnungen, Geschlechter u. s. f. so lange es möglich, nach wesentlichen Kennzeichen, und wenn es nicht mehr möglich ist, bloß nach der äußerlichen Gestalt des Ganzen oder einzelner Theile abtheilen. Von dieser Gestalt aber wird man selten auf die Eigenschaften schließen können, bis man zu den Arten kömmt, bey welchen sich alsdann Gleichheit der Gestalt mit Gleichheit der Eigenschaften in allen einzelnen Individuen verbindet. Daher glauben auch verschiedene, daß die Arten allein das Werk der Natur, alle übrige Abtheilungen aber künstlich, und daher ein natürliches System ganz unmöglich sey.

Zur Unterscheidung der natürlichen Körper dienen besonders die äußern Kennzeichen, als Form, Lage, Farbe, Verhältniß der Theile, Schwere, Anzahl, Beschaffenheit der Oberfläche u. s. f. weil diese gerade das sind, was zuerst in die Augen fällt, und bey vielen fast das einzige, was uns davon bekannt ist. Daher müssen die Kunstwörter, womit man diese Kennzeichen beleget, vollkommen bestimmte Bedeutungen haben. Ein System aber, das die Körper bloß nach äußern Kennzeichen ordnete, würde sich nie dem natürlichen Systeme nähern können. Denn man würde Körper, welche in ihren innern Eigenschaften von einander

gar sehr verschieden wären, wegen äußerer Aehnlichkeiten zusammenstellen können, und daher zu Verwechselungen Anlaß geben. Man muß also zur Eintheilung der Körper nach dem System nie die äußern Kennzeichen allein gebrauchen, wenn man sie, so wie es die Natur verlangt, gehörig von einander unterscheiden will.

Die innere Beschaffenheit der organisirten Körper lernt man in der **Anatomie** und **Physiologie** der Thiere und Pflanzen kennen, die der Mineralien aber in der **Chemie**. So sind also selbst in dieser Rücksicht die drey genannten Wissenschaften einem Naturhistoriker unentbehrlich.

Die wirklich vorhandenen Körper unserer Erde fallen zu sehr in die Augen, als daß nicht gleich die ersten Bewohner derselben sich sollten bemühet haben, diese näher kennen zu lernen, zumahl da sie viele derselben zu ihren Bedürfnissen, Bequemlichkeiten und andern Absichten gebrauchen mußten. Es muß daher auch der Ursprung naturhistorischer Kenntnisse der Körper so alt, als das menschliche Geschlecht selbst, seyn. Auch findet man in den meisten Schriften des höchsten Alterthums einzelne zur Naturgeschichte gehörige Beschreibungen und Bemerkungen. Jedoch erhielt die Naturgeschichte erst eine wissenschaftliche Form bey den alten Griechen. Hierzu scheinen den Anfang gemacht zu haben **Aristoteles** [α]) und sein Nachfolger **Theophrast von Eresus** [β]). In den spätern Zeiten beschäftigten sich damit **Dioscorides** [γ]) und **Aelian** [δ]) u. a. m. Eine Sammlung von mehreren ältern Schriftstellern,

α) Historia animalium in Aristotelis operib. graec. et lat. ex edit. *G. du Val.* Paris. 1654. IV Vol. fol. Vol. II. auch besonders ex edit. *Ph. Jac. Maussac.* Tolosae 1619. fol.

β) De historia plantarum libri X. graec. et latin. per. *Jo. Bod. a Stapel.* Amstel. 1644. fol. ingl. de lapidibus. Theophrast von Steinen, griech. und deutsch mit Hills Anmerk. aus dem Engl. von Baumgärtner. Nürnb. 1770. 8.

γ) De medica materia lib. V. interp. *Marc. Vergilio.* graec. et lat. Colon. 1529. fol.

δ) De vi et natura animalium L. XVII. cur. *Abr. Gronovio.* Lond. 1744. Heilbron. 1764. 4. II Vol.

stellern, welche von den Thieren gehandelt haben, hat **Aldus Manutius** α) herausgegeben. Unter den Römern hat besonders der ältere **Plinius** β) eine sehr wichtige Sammlung von Beobachtungen und Nachrichten natürlicher Dinge, welche sich sogar bis auf die Geschichte menschlicher Handlungen und Künste erstrecken, veranstaltet. Aus diesem Werke hat ein späterer lateinischer Grammatiker, **Solinus**, einen Auszug unter dem Titel: Polyhistor gemacht, welcher durch den vortrefflichen Commentar des **Saumaise** γ) bekannter geworden ist. In allen diesen Schriften der Alten aber ist die Naturgeschichte mit einer Menge unrichtiger Beobachtungen und abentheuerlicher Fabeln verunstaltet.

Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident erhielt die Naturgeschichte zur Bearbeitung besonders diese Männer, **Conrad Gesner** in Zürich δ), **Ulysses Aldrovandi** ε) in Bologna, und **John Ray** in England ζ). Einzelne Theile der Naturgeschichte haben bearbeitet **Worton, Jonston, Lister** das Thierreich, **Cäsalpin, Bauhin,**

 Tourne-

α) *Aristoteles* histor. animalium et alii scriptores histor. animal. Venet. 1513. fol.

β) *C. Plinii secundi* historiae naturalis Libr. XXXVII. per *Jac. Dalecamp.* Genev. 1631. fol. cum commentat. varior. et notis *Jo. Friedr. Gronovii.* Lugd. Batav. 1669. Tom. III. 8. cum interpret. *Jo. Harduini.* Paris. 1685. Tom. V. 1723. 8. Tom. III. fol. die zweybrücker Ausgabe in 5 Bänden. 1783. 8.

γ) *Salmasii* exercitationes Plinianae in Solinum.

δ) In einzelnen Schriften de quadrupedum, auium, serpentum, piscium et aquatilium natura. Tiguri 1551 — 1560 fol. nachher unter dem Titel historiae animalium Tom. I — V. Frf. 1586 — 1787. fol. *Conr. Gesneri* opera botanica ed. *Cas. Chph. Schmiedel.* Norib. P. I. 1753. P. II. 1771. fol. ej. de omni rerum fossilium genere. Tiguri 1565. 8.

ε) De quadrupedibus solidipedibus, bisulcis, digitatis — Ornithologiae Tom. I — III. Bonon. 1646. fol. — historia serpentum et draconum 1640. fol. — de piscibus Lib. V. et de cetis Lib. I. 1638. fol. — de animalibus insectis 1602. fol. — Museum metallicum Bonon. 1648. fol.

ζ) Synopsis animalium quadruped. et serpentum. Lond. 1693. 8. synopsis auium. Lond. 1713. 8. synopsis piscium. Lond. 1713. 8. histor. insectorum Lond. 1710. 4. histor. plantarum generalis Tom. I — III. Lond. 1686 — 1704.

Tournefort, **Rivinus** das Pflanzenreich, **Agricola** und in den spätern Zeiten **Henkel** das Mineralreich. Durch die Bemühungen dieser verdienstvollen Männer hatte man bereits um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts einen ziemlichen Schatz von richtigern Kenntnissen der natürlichen Dinge erlanget; nur fehlte es noch im Ganzen an einer guten systematischen Ordnung und genau bestimmten Benennungen. Diesen Mängeln half endlich der königliche schwedische Leibarzt Ritter **Carl Linné** [α]) mit großem Glücke, besonders in Rücksicht des Thier- und Pflanzenreiches ab. In dem erstern legt er in seinem Systeme die sechs Classen der Säugthiere, Vögel, Amphibien, Fische, Insekten und Gewürme zum Grunde, und leitet die Unterabtheilungen in Ordnungen, Gattungen und Arten von dem Unterschiede gewisser Theile, z. B. der Zähne, Schnäbel, Floßfedern, oder der äußern Gestalt ab. In dem Pflanzenreiche nimmt er die Eintheilungen von den Befruchtungstheilen her, so wie dieß schon **Conrad Gesner** und mehrere versuchet hatten, und bestimmt daraus ein **Sexualsystem**, in welchem die Classen nach der Anzahl der Staubfäden (stamina), die Ordnungen größtentheils nach der Anzahl der Staubwege (pistilla) bestimmt sind. In Ansehung des Mineralreichs ist **Linné** nicht so glücklich, als bey den übrigen Naturreichen gewesen; mit glücklicherm Erfolge haben aber auch dieses Reich zwey seiner Landesleute **Wallerius** [β]) und **Cronstedt** [γ]) in ein System gebracht.

Die Naturgeschichte ist seit **Linné**'s Zeiten in Deutschland, England, Frankreich, Schweden und Rußland mit ungemei-

α) Systema naturae. Leid. 1735. fol. imp. edit. 12ma. Holm. 1766. IV Vol. 8. nebst mantissa plantarum 1767. 8. und mantissa plantar. altera 1771. 8. ingl. genera plantar. Lugd. Batav. 1737. Holm. 1764. 8. species plantarum Holm. 1735. 1762. Tom. II. 8.

β) Mineralogia. Stockh. 1747. 8. *Joh. Gottsch. Wallerii* systema mineralogicum. Holm. 1772. II Vol. 8. deutsch von Leske und Hebenstreit. Berlin 1781. II B. 8.

γ) Försök til Mineralogie Stockh. 1758. 8. deutsch von A. G. Werner. Leipz. seit 1780. 8.

ungemeinem Fleiße getrieben worden; man hat selbst sehr große Kosten aufgewendet, um sie immer mehr zu vervollkommnen, und weite Reisen in fremde Länder unternommen, um die Kenntnisse der natürlichen Körper mit einer beträchtlichen Anzahl zu vermehren. Daraus sind nun eine Menge von Beschreibungen, Abbildungen, systematische Schriften u. s. f. entstanden, aus welchen man sich mit den natürlichen Körpern auf eine genugthuende Art bekannter machen kann.

Ein vorzüglich schönes Werk von der Naturgeschichte, welches allgemeinen Beyfall erhalten hat, ist das von dem Grafen von **Büffon** [α]), obgleich viele von ihm aufgestellte Hypothesen besonders in Hinsicht des Allgemeinen große Mängel besitzen. Kürzere Einleitungen in diese Wissenschaft enthalten die Lehrbücher von **Erxleben** [β]), **Leske** [γ]), **Blumenbach** [δ]), **Batsch** [ε]) und viele andere. Ueberhaupt ist die Vermehrung naturhistorischer Schriften von Jahr zu Jahr immer sehr groß, und gleichwohl ist dieses unermeßliche Feld bey weitem noch nicht erschöpft. Philosophische Gedanken über die Weisheit des Schöpfers in Rücksicht der erschaffenen Dinge findet man beym **Plüche** [ζ]), **Bonnet** [η]) und **Trembley** [ϑ]).

Um sich mit der Nomenclatur der natürlichen Körper bekannt zu machen, dienen die Wörterbücher von **Bomare** [ι])

 und

α) Histoire naturelle générale et particulière, avec la description du cabinet du Roi p. Mss. *de Buffon* et *d'Aubenton*. à Paris 1749 — 1767. Tom. I — XV. 4 und 12. Deutsch: allgemeine Historie der Natur u. s. f. durch Kästner. Hamburg und Leipz. seit 1750. 4. ingl. Herrn v. Büffon allgemeine Naturgesch., mit Zusätzen von F. H. W. Martini. Berlin 1771 u. f. gr. 8.

β) Anfangsgründe der Naturgeschichte. Göttingen 1767. 8. zweyte Aufl. 1773. 8.

γ) Anfangsgründe der Naturgeschichte Th. I. Allgemeine Naturgeschichte und Thiergeschichte. Leipz. 1779. gr. 8.

δ) Handbuch der Naturgeschichte. Dritt. Aufl. 1785. Göttingen 8.

ε) Umriß der gesammten Naturgeschichte. Jena 1796. 8.

ζ) Spectacle de la nature. Paris 1732. 12. in den ersten 4 Bänden.

η) Contemplation de la nature. nouv. edit. Hamb. 1782. III Vol. 8.

ϑ) Instruction d'un père à ses enfans. Genev. 1775. II Vol. 8.

ι) *Volmont de Bomaré* dictionaire de l'histoire naturelle. Paris 1775. VI Vol. 4.

und andere [α]). Bücher über die Naturgeschichte lernt man kennen aus **von Rohr** [β]), **Boerhave** [γ]), **von Münchhausen** [δ]) und **Beckmanns** physikalisch ökonomischer Bibliothek. Die übrigen Entdeckungen, welche von Zeit zu Zeit in dieser Wissenschaft gemacht werden, erfähret man in einer Menge herauskommender und bekannter Zeitschriften.

Naturgesetze (leges naturae s. naturales, loix de la nature) heißen die aus den Erfahrungen der Natur abgeleiteten allgemeinen Regeln, vermöge welcher die Körper gewisse Wirkungen unter diesen oder jenen Umständen hervorbringen. Aus der Erfahrung finden wir es bestätiget, daß die Phänomene beständig auf einerley Art erfolgen, wenn sich die Körper unter ein und den nämlichen Umständen befinden. Vermöge dieser Erfahrungen schließen wir nun durch **Induktion**, daß eben dasselbe unter gleichen Umständen auch in den nicht beobachteten Fällen erfolge, und daß es in allen künftigen Fällen erfolgen werde. Ein solcher Satz gibt demnach eine Regel ab, aus welcher sich die Phänomene ableiten, und zukünftige vorhersagen lassen. Dergleichen beständige Erfahrungssätze können schon Naturgesetze genannt werden; mehrere derselben haben aber gemeiniglich noch etwas gemein, und man kann aus ihnen noch allgemeinere Erfahrungssätze herleiten, welche noch eine größere Menge beständiger Erfahrungen unter sich begreifen. Die einfachsten und allgemeinsten solcher Erfahrungssätze heißen vorzugsweise **Naturgesetze**, zumahl wenn sie genaue mathematische Rechnungen über die Größe der Wirkungen mit sich führen.

So lehret uns z. B. die Erfahrung, daß ein jeder Körper, welcher mit unserer Erde in Verbindung ist, in einer

α) Onomatologia historiae naturalis completa oder Lexicon der Naturgeschichte. Ulm 1766. gr. 8. ingl. Neuer Schauplatz der Natur in alphab. Ordnung. Leipz. 1775 u. f. X Bände gr. 8.

β) Physikal. Bibliothek, herausgeg. von Kästner. Leipz. 1754. 8.

γ) Methodus studii medici ed. ab *Alb. ab Haller.* Amst. 1751. 4. maj. Tom. I et II.

δ) Des Hausvaters zweyter Theil. Hannover 1766. 8.

einer Höhe über selbiger sich frey überlassen herabfällt. Hieraus läßt sich also das Gesetz folgern, daß alle Körper gegen unsere Erde schwer sind. Dieß kann schon ein Naturgesetz heißen. Da man aber noch weiter gewahr wird, daß der Mond gegen die Gewässer unserer Erde graviliret, und überhaupt alle Monde gegen ihre Planeten, diese hinwiederum gegen ihre Monde, und alle diese Himmelskörper gegen die Sonne graviliren, so leitet man hieraus den noch weit allgemeineren Satz ab: **alle bekannte Materien graviliren gegen einander.** Ueberdieß kann man auch hierbey noch die genaue mathematische Bestimmung nach **Newtons** Entdeckungen hinzufügen, daß die Materien im geraden Verhältnisse ihrer Massen, und im verkehrten des Quadrates ihrer Entfernungen graviliren. Daher behauptet auch dieser Satz unter dem Namen des **Gesetzes der Gravitation** den ersten Rang unter den bisher bekannten Naturgesetzen.

Die Naturgesetze sind eigentlich nichts weiter, als Folgen, welche man aus den Wirkungen der Natur herleitet. Die Wirkungen sind in der Natur, und die Gesetze dazu legt unser Verstand gleichsam hinein. Allein es heißt noch keinesweges die Phänomene erklären, wenn man selbige auf allgemeine Naturgesetze zurückbringen kann. Denn die Gesetze lehren nur, was geschehe, nicht wodurch und wie es geschehe. Indessen bleibt es wahr, daß die Kenntniß der Naturgesetze von einem sehr großen Nutzen ist, indem wir durch sie eine allgemeine Uebersicht der Phänomene erhalten, und zugleich belehret werden, welche Wirkungen die Körper hervorbringen müssen, wenn sie unter diesen oder jenen Umständen sich befinden. Es ist auch sicherer, in den mehresten Fällen zuerst die Naturgesetze aufzusuchen, ehe man es wagen darf, die Ursachen von den Naturbegebenheiten der Körper zu entdecken.

Die vornehmsten Naturgesetze sind unter dem Artikel, **Gesetze**, angeführet, wobey zugleich bemerket ist, unter welchem Artikel näherer Unterricht davon gegeben wird.

Naturlehre s. Physik.

Nebel (nebulae, brouillards). Hierunter verstehe man die sichtbaren Dünste in der Nähe der Erdfläche, welche durch irgend eine Kraft in der Luft schwimmend erhalten werden. In den höhern Gegenden der Atmosphäre heißen sie Wolken. Die Dunsttheilchen, welche bey den Wolken noch mehr zusammengedrängt sind, als bey den Nebeln, trüben den Himmel, und haben die Gestalt kleiner Bläschen. M. s. **Wolken.**

Nach dem Auflösungssysteme wird der Nebel als ein Niederschlag der Auflösung des Wassers in Luft angesehen. Herr **Hube** füget besonders noch hinzu, daß jeder Nebel eine Auflösung der zweyten Art voraussetze, daher es auch komme, daß die Nebel in heißen Gegenden seltener seyn, und gegen die Pole zu immer häufiger werden. Auch müsse nothwendig zur Entstehung der Nebel die Luft bis auf eine beträchtliche Höhe fast mit Dünsten gesättiget seyn. Nach **Hube** bestehen die Nebel aus Bläschen, welche sich durch Elektricität zurückstoßen; und diese sey auch die wahre Ursache, welche sie so lange über der Erde erhalte. Kurz vor dem Niederfallen des Nebels verliere er alle Elektricität, welche gewöhnlich positiv, die der Wolken aber negativ sey.

Nach dem Systeme des Herrn **de Lüc** entstehet der Nebel aus der Zersetzung des Wasserdampfes durch die Vermehrung des Drucks der Atmosphäre, oder durch die Verminderung der Temperatur derselben, wenn nämlich die Atmosphäre eine so große Menge Wasser in Dampfgestalt aufgenommen hatte, daß sie bey Vermehrung des Drucks oder Verminderung der Wärme diese Menge im durchsichtigen Dampfe nicht mehr halten konnte. Hieraus sieht man leicht ein, daß bey erfolgtem verminderten Drucke oder bey zunehmender Wärme der Atmosphäre der Nebel wieder verschwinden und in durchsichtigen Dampf verwandelt werden könne. Wenn im Gegentheil der Druck der Atmosphäre noch mehr zunimmt, so treten die Theilchen des Nebels zusammen, so wie dieß auch durch Entstehung der Winde

geschehen kann, und es geht der Nebel in tropfbarer Gestalt entweder in Staubregen oder Thau über, und man sagt alsdann, **der Nebel falle.** In diesem Falle wird gewöhnlich der Tag heiter. Ist ferner die zunehmende Wärme nicht so groß, daß der Nebel wieder in eine durchsichtige Dampfgestalt verwandelt werden kann, so steigt er alsdann in die Höhe, verdichtet sich daselbst, und bildet Wolken; man sagt daher auch, **der Nebel steigt.** In diesem Falle folgt gemeiniglich ein trüber Tag, und oftmahls Regen.

Im Frühlinge und Herbste, so wie am Morgen und Abend sind die Nebel am häufigsten; im Frühlinge und am Morgen, weil die Oberfläche der Erde kälter, als die höhere Luft über selbiger, folglich die Dünste nahe an selbiger sich vorzüglich verdichten; im Herbste und Abende, weil die erwärmte Erdfläche stärker ausdunstet, und die darauf erfolgte Erkältung in der Luft einen Theil des Dunstes zersetzt. Weil ferner die großen Wasserflächen vorzüglich stark ausdunsten, so ist leicht zu begreifen, daß diejenigen Oerter, welche an großen Seen, Sümpfen, Teichen und andern Gewässern liegen, dem Nebel vorzüglich ausgesetzet sind, und daß man bey großen Wasserfällen beständige Nebel antrifft. Hingegen Winde zerstreuen die Nebel, indem sie die Wassertheilchen mit fortreißen, und in andere Gegenden führen.

Es können auch außer dem Wasser andere Materien in Dunstgestalt verwandelt werden; durch Entziehung des Wärmestoffs aber müssen sie auch wieder niedergeschlagen werden; und eben daher rühret es, daß manche Nebel einen eigenen Geruch besitzen. Von dieser Art sind diejenigen Nebel, welche wenig oder gar nicht aufs Hygrometer wirken, und gemeiniglich **trockene Nebel, Landrauch, Heiderauch, Höhenrauch, Sonnenrauch** genannt zu werden pflegen. Zu diesen gehörte der merkwürdige Nebel, welcher im Sommer 1783 sich nicht allein über ganz Europa, sondern auch bis in einige entferntere Meere erstreckte.

Dadurch erschien die Sonne ganz roth, die Luft war fast immer schwül und drückend, und zeigte sich durch das Eudiometer stark phlogistisiret. Diese Erscheinung hat viele Schriften veranlasset [α]). Die Entstehung dieses Höhenrauchs haben einige einer plötzlich auf nasse Witterung erfolgten Wärme zugeschrieben; andere haben vermuthet: daß er mit dem im Febr. 1783 vorhergegangenen schrecklichen Erdbeben in Calabrien eine gewisse Verbindung habe [β]). Herr **de la Lande** [γ]) fand in den meteorologischen Registern der pariser Akademie von Julius 1764 ein ähnliches Phänomen aufgezeichnet, und vermuthet daher, daß es mit der auf dem Mondcykel beruhenden Witterungsperiode von 19 Jahren zusammenhange.

Nebelsterne, Nebelflecke (stellae nebulosae, étoiles nebuleuses) heißen diejenigen Sterne, welche man am Himmel als weiße Wölkchen siehet. Durch Fernröhre betrachtet scheinen sie in drey Classen sich bringen zu lassen; die erstere zeigt sich als einzelne in einem Nebel eingehüllte Sterne, die andere bestehet aus verschiedenen Häuflein kleiner Sterne oder **Sternhaufen**, die dritte endlich enthält bloß neblichte Stellen, wie Lichtschimmer, die eigentlich mit dem Namen **Nebelflecken** beleget werden.

In dem berliner astronomischen Jahrbuche für 1779 ist ein Verzeichniß von 75 Nebelsternen angegeben worden, welche größtentheils Herr **Bode** erst entdecket hat. Abbildungen und Beschreibungen von den vorzüglichsten derselben findet man in dem von Herrn **Bode** herausgegebenen Himmelsatlas

α) Gedanken über den so lang angehaltenen ungewöhnlichen Nebel von F. v. B. (v. Beroldingen) Braunschweig 1783. 8. Mich. Torcia an Toaldo zu Padua von dem Höhenrauch 1783 in Neapel und Calabrien, im deutschen Merkur. Aprill 1784. *Senebier* sur la vapeur, qui a regné pendant l'été de 1783. in *Rozier* Journal de phys. May 1784, ephemerides societat. meteorolog. Palat. in obseruat. anni 1783.

β) Vom Erdbeben auf Island im Jahre 1783. durch S. M. Holm, aus dem Dänisch. Copenh. 1784. 8 S. 66 u. f.

γ) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 2. S. 89 f.

melsatlas auf dem 30sten Blatte. Ihre Anzahl aber hat sich seit dieser Zeit durch teleskopische Beobachtungen von **Bigott**, **Darquier**, und besonders von **Herschel** gar sehr vermehret. Letzterer gab im Jahre 1786 ein Verzeichniß von Nebelflecken und Sternhaufen heraus, welches er in 8 Classen abgetheilet hat [α]), und das er im Jahre 1789 noch mit einem zweyten Tausend vermehret hat [β]). Hierbey bemerket er zugleich, daß der größte Theil derselben rund sey, und ihr Glanz gegen den Mittelpunkt zu immer mehr zunehme. Selbst die irregulairen besitzen an irgend einer Stelle einen blitzenden Punkt. Sie scheinen aus gleichförmig verbreiteten Sternen zu bestehen, welche sich einander regelmäßig nähern.

Was die Sternhaufen betrifft, so ist der größte unter selbigen die so genannte Krippe im Krebse. **Galilei** beobachtete darin 36 kleine Sternchen, **Bode** aber gibt deren 40 nach **Maraldi** und **de la Hire** an. Mehrere kleinere Sternhaufen finden sich an verschiedenen andern Stellen des Himmels. Es ist die Erscheinung der Sternhaufen ein Phänomen, welches sich zeigen muß, so oft wir von der Erde aus eine große Menge Sterne nach einerley Gegend, oder beynahe in gerader Linie sehen. So nahe auch alle diese Sterne einander zu liegen scheinen, so können sie doch in unermeßlichen Abständen von einander entfernet seyn. Es ist auch möglich, daß diese Sternhaufen eigene Fixsternsysteme ausmachen, welche mit demjenigen Aehnlichkeit haben, zu welchem unsere Sonne mit gehöret. M. s. **Milchstraße**.

Unter den eigentlichen Nebelflecken ist der merkwürdigste am Schwerte des Orions, welchen **Huygens** entdecket hat, und welcher mit einem schwachen Lichte umgeben ist. Ueber die Erscheinungen der Nebelflecken sind die Meinungen sehr getheilt gewesen. Einige haben sie für unförmliche Lichtmas-

α) Catalogue of one thousand new Nebulae and clusters of stars. Lond. 1786. 4.
β) Philosoph. transact. Vol. LXXIX. P. I. 1789.

Lichtmassen gehalten. Nach Herrn **Bode** aber scheinen sie nicht mehr zu dem Fixsternsysteme unserer Milchstraße zu gehören, sondern weit jenseits derselben in den unendlichen Gefilden des Weltraums zu stehen. Vielleicht könnten es wohl noch mehrere so genannte Milchstraßen oder Sammlungen zahlloser Fixsternsysteme im Weltraume geben, wie auch **la Place** vermuthet, und uns einige in diesen Nebelflecken sichtbar werden, so daß wir nur den vereinigten Glanz ihrer eigenen Sonnen unter der Erscheinung eines schwachen Lichtschimmers erblicken. In einer neuern Abhandlung zeigt aber Herr **Herschel** a), daß man nicht alle solche Erscheinungen für Sterngruppen erklären könne; denn man nehme manche ganz kreisförmig gewahr, welche genau im Mittelpunkte ein helles Sternchen besäßen, so daß der denselben umgebende kreisförmige Lichtschimmer als wahre Atmosphäre zu betrachten sey, und daß man gar nicht darauf verfallen könne, solche Nebelflecke aus einer Menge von Sternen bestehen zu lassen. Man fühle sich aber doch hierbey beständig geneigt zu glauben, daß alles, was in einem so engen Räumchen beysammen gesehen werde, auch wirklich zusammengehöre oder verbunden sey. Es müsse also doch Sterne mit schwachen Lichtatmosphären geben, wie unsere Sonne mit dem Zodiakallichte; auch könne vielleicht eine solche Lichtmaterie, wie um Sterne wahrgenommen werden, auch ohne Sterne da seyn. Auf diese Weise ließe sich auch das teleskopische Nebellicht erklären, welches um den Orion einen großen Theil des Himmels einnimmt.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 633. 634. dessen Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels. Abschn. III. Abtheil. 4.

Nebenmonden (paraselenae, paraselenes). Hierunter versteht man Bilder des Mondes, welche sich bisweilen außer dem wahren Monde am Himmel zeigen. Sie sind gewöhnlich mit weißen oder strahligen Streifen beglei-

tet.

a) Philosoph. transact. 1791. Vol. LXXXI. P. I. art. 4.

tet. Wahrscheinlich hat die Entstehung der Nebenmonde mit der der Nebensonnen einerley Grund. M. s. **Nebensonnen.**

Beyspiele von beobachteten Nebenmonden von der Römer Zeiten an bis zur Mitte des 18ten Jahrhunderts findet man gesammelt bey **Musschenbroek** *).

Nebenplaneten, Trabanten, Monden, Satelliten der Planeten (planetae secundarii, lunae, satellites planetarum, planètes du second ordre, satellites) heißen diejenigen Weltkörper unseres Sonnensystems, welche ihre Umläufe um ihre Hauptplaneten machen, und mit diesen zugleich um die Sonne geführet werden. So ist unser Mond ein Nebenplanet oder Trabant der Erde.

Vor der Entdeckung der Fernröhre war nicht mehr als der einzige Trabant, der Mond unserer Erde bekannt. Ja man hielt selbst diesen in den ältern Systemen für einen Hauptplaneten, welcher sich mit den übrigen um unsere Erde bewege. Nach dem copernikanischen Systeme hingegen glaubte man, daß unsere Erde der einzige Planet sey, welcher vorzugsweise von einem Trabanten begleitet würde. Allein nach Erfindung der Fernröhre beobachtete man bald, daß außer der Erde mehrere Planeten ihre Begleiter besitzen.

Im Jahre 1609 entdeckte **Simon Marius**, oder **Mayer** zu Anspach, Mathematikus der brandenburgischen Marggrafen in Franken, durch ein holländisches Fernrohr, welches erst nach Deutschland gekommen war, bey dem Jupiter, der damahls rechtläufig war, kleine Sternchen, welche nicht immer einerley Lage unter sich und gegen andere Sterne behielten, und bald zur Rechten bald zur Linken beym Jupiter sich befanden. Er vermuthete daher, daß diese Sterne keine Fixsterne seyn konnten, sondern er kam vielmehr auf den Gedanken, daß sie dem Jupiter als Begleiter zugehörten, und beobachtete sie in dieser Rücksicht vom 29 Decemb. bis zum 12 Jan. 1610 durch bessere Gläser genauer. Er wurde von diesem Geschäfte durch eine Reise bis

*) Introductio ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2474.

bis zum 8ten Febr. abgehalten; von diesem Tage aber setzte er seine Beobachtungen fort, und ward um den Anfang des März völlig überzeuget, daß diese vier Sternchen wirkliche Tranbanten des Jupiters wären. Diese seine Entdeckungen machte er erst im Jahre 1614 in einer eigenen Schrift [α]) bekannt, worin er die Sterne seinen Marggrafen zu Ehren sidera Brandenburgica nannte, und sie zugleich mit Tafeln über ihre Bewegungen begleitete. Er hatte aber bereits seine Entdeckung im fränkischen Kalender von 1612 erzählet, wie Herr **Beckmann** [β]) aus den gesammelten Nachrichten der ökonomischen Gesellschaft in Franken anführet.

Inzwischen hatte auch **Galilei** durch ein von ihm zusammengesetztes Fernrohr diese vier Sterne am 7ten Jan. 1610 wahrgenommen, und sie weit genauer, als **Marius** beobachtet. Auch machte er diese seine Entdeckung noch in dem nämlichen Jahre bekannt [γ]). Die Bewegungen dieser Trabanten gab er viel bestimmter, als **Marius**, an, und nannte sie zu Ehren des großherzoglich-toskanischen Hauses sidera Medicea. In eben diesem Jahre wurde diese Entdeckung von **Kepler** [δ]) völlig bestätiget.

Noch hat ein Astronom in England, **Thomas Harriot**, ohne mit großer Wahrscheinlichkeit etwas **von Marius** zu wissen, sehr frühzeitig, nämlich von 16ten Jan. 1610 bis 26ten Febr. 1612 die Jupitersmonden durch Hülfe der Fernröhre beobachtet. M. s. **Sonnenflecken.**

Man kann die Jupitersmonde schon durch mittelmäßige Fernröhre von 2 bis 3 Fuß sehen. Die Stellung derselben ändert sich jeden Augenblick; sie machen ihre Schwingungen auf beiden Seiten des Planeten, und nach der ganzen Länge dieser Schwingungen bestimmt man die Ordnung dieser Trabanten,

α) Mundus Iouialis an. 1609. detectus, ope perspicilli Belgici. Norib. 1614. 4.

β) Beyträge zur Geschichte der Erfindung. B. I. S. 117.

γ) Nuncius sidereus. Venet. 1610. 4. u. Frf. 1910. 8

δ) Narratio de obseruatis a se quatuor Iouis satellitibus erronibus. Pragae 1610. 4. Frf. 1611. 4.

banten, so daß man denjenigen den ersten nennt, dessen Schwingung die kürzeste ist. Zuweilen sieht man sie über Jupiters Scheibe hinweggehen, und ihre Schatten darauf werfen. Treten sie zwischen die Sonne und den Jupiter, so verursachen sie auf diesen Planeten wahre Sonnenfinsternisse. Auch werden sie oft beym Umlaufe um ihren Planeten, wenn sie gleich noch weit von der Scheibe desselben entfernet sind, verfinstert, welches erfolget, wenn sie in den Schatten der Planeten kommen. M. s. **Finsternisse.** Aus allen diesen Erscheinungen ist aber klar, daß sie an sich dunkle Körper sind, und ihr Licht eben so, wie unser Mond, von der Sonne erhalten.

Das genaueste Hülfsmittel zur Bestimmung ihrer Bewegungen ist die Beobachtung ihrer Verfinsterungen. Aus der Vergleichung solcher um einen großen Zeitraum entfernter und in der Nähe von Oppositionen der Planeten beobachteter Verfinsterungen erhält man sehr genau ihre mittlere Bewegungen aus Jupiters Mittelpunkte gesehen. Auf diese Art findet man, daß die Bewegung der Jupiterstrabanten beynahe kreisförmig und gleichförmig ist, weil diese Voraussetzung der Verfinsterungen, wobey wir diesen Planeten in der nämlichen Lage gegen die Sonne sehen, ziemlich nahe Genüge thut. Daher kann man die Lage der Jupiterstrabanten aus des Planeten Mittelpunkte gesehen für jeden Augenblick bestimmen.

Die ersten genauern Tafeln über die Bewegung der Jupitersmonde hat der ältere **Cassini** α) 1668, und noch vollkommener Herr **Wargentin** 1746 geliefert. Man findet die letztern in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln β) für den berliner Meridian eingerichtet, und mit daraus gezogenen Bewegungstafeln begleitet. Die periodischen Umläufe dieser Trabanten um den Jupiter sind nach **Wargentin,**

α) Ephemerides Bononienses Mediceorum siderum. Bononiae 1668. fol. Tables des satellites de Jupiter reformées sur des nouvelles observat. Paris 1693. 4.

β) Berlin 1776. 8. B. III. S. 31 f.

gentin, und ihre Entfernungen vom Jupiter in Halbmessern des letztern ausgedruckt nach **Cassini**, folgende:

	periodischer Umlauf				Entfernung
1ter Trabant —	1 Tag	18 Stu.	27 Min.	33 Sek. —	6,0
2ter —	— 3 —	13 —	13 —	42 —	— 9,5
3ter —	— 7 —	3 —	42 —	33 —	— 15,1
4ter —	— 16 —	16 —	32 —	8 —	— 26,6

Es findet auch hierbey das keplerische Gesetz Statt, daß sich die Quadratzahlen der Umlaufszeiten, wie die Würfel der Entfernungen verhalten. Der Umlauf der Trabanten erfolget nach der Ordnung der Zeichen, und erscheinet uns, wenn sie hinter dem Jupiter stehen, rechtläufig, wenn sie aber vor ihm sind, rückläufig.

Noch genauere Tafeln der Jupiterstrabanten hat **de Lambre** geliefert. Es gründen sich diese vorzüglich auf die Theorie der allgemeinen Attraction, wobey nur die unentbehrlichsten Bestimmungsstücke von den Beobachtungen entlehnet sind. Nach dem Urtheile des Herrn **la Place** haben diese Tafeln den Vorzug, sich über alle Jahrhunderte zu erstrecken, indem sie diese Bestimmungsstücke in eben dem Maße berichtigen, als sie besser bekannt seyn werden. Um aber die Theorie, welche diesen Tafeln zur Grundlage gedient hat, festzusetzen, war es nöthig, die Massen der Trabanten und die Abplattung des Jupiters durch Näherung zu kennen. Zur Bestimmung dieser 5 unbekannten Stücke waren auch 5 durch Beobachtung gegebene nöthig. **La Place** hat hiernach die Massen der Trabanten, die Masse des Jupiters = 1 genommen, auf diese Art angegeben:

1ter Trabant —	0,0000172011.
2ter — —	0,0000237103.
3ter — —	0,0000872128.
4ter — —	0,0000544681.

Die Neigung der Ebenen der Bahnen des ersten, zweyten und dritten Trabanten gegen die Ekliptik beträgt ungefähr $3\frac{1}{2}°$, und die von dem vierten etwa $2\frac{1}{2}°$. Die Ebene der Jupitersbahn aber neiget sich gegen die Fläche der Eklip-

ptik

ptik unter dem kleinen Winkel von 1° 19′. Daraus folget, daß die Fläche, in welcher das System des Jupiters liegt, sich nur wenig gegen unser Auge neiget. Die Knoten der Bahnen der Trabanten fallen um 14° ♒ und 14° ♌. Wenn daher Jupiter in diesen Punkten gesehen wird, so scheinen die Trabanten in gerader Linie und genau durch des Jupiters Mittelpunkt zu rücken; steht er hingegen in 14° ♉ und in 14° ♏, so erscheinen die von den Trabanten beschriebenen Bahnen am weitesten entfernt.

Durch ein Modell vom System des Jupiters, oder durch das sogenannte **Jovilabium**, welches sich **Cassini** zuerst zu seinem Gebrauche verfertiget hatte, und welches nachher von **Weidler** *) ist beschrieben worden, lassen sich die Stellungen der Trabanten von der Erde aus betrachtet für eine jede Zeit leicht finden. Um ein solches Jovilabium zu verfertigen, werden nach einem beliebigen Maßstabe, den Halbmesser des Jupiters = 1 genommen, die Bahnen der Trabanten auf Kartenblätter beschrieben und ausgeschnitten. Hierauf wird auf einem Brete mit einem beliebigen größern Halbmesser als den vom 4ten Trabanten ein Kreis für die Ekliptik beschrieben, und diese gehörig in Zeichen und Graden abgetheilet. Die Mittelpunkte der Scheiben von Kartenblättern werden mittelst eines Stiftes mit dem Mittelpunkte der Ekliptik vereiniget, so daß sie sich um denselben umdrehen lassen, und ihre Ränder hierauf nach der täglichen Bewegung eines jeden Trabanten um den Jupiter abgetheilet. Im Mittelpunkte wird Jupiter abgezeichnet, und über den Stift noch zwey schmale Regeln, eine für die Gesichtslinie der Erde zum Jupiter, und die andere für die von der Sonne zum Jupiter gehende Linie, welche hintern Jupiter die Lage des Schattens bestimmt. Um nun die Stellung des Trabanten für eine gegebene Zeit zu finden, wird ihre Länge aus dem Jupiter gesehen aus den Tafeln genommen, und ein jeder Trabant vermittelst einer der Regeln auf den gehörigen Ort seiner Bahn geschoben. Hier-

*) Explicatio Jouilabii Cassiniani. Viteb. 1727. 4.

nächst wird ohne Verrückung der Scheiben die eine Regel nach dem heliocentrischen, und die andere nach dem geocentrischen Ort des Jupiters gerichtet, und das Jovilabium ist richtig gestellt. Mißt man alsdann die senkrechte Entfernung der Trabanten von der letzten Regel, und trägt sie vom Mittelpunkte einer gehörig großen Scheibe, welche den Jupiter vorstellt, auf die eine oder andere Seite, so gibt die daraus entstehende Zeichnung den Stand von der Erde aus gesehen richtig an. Gibt man dabey nun noch Acht, wie die Knotenlinie der Trabantenbahn liegt, so läßt sich beurtheilen, ob die Trabanten unter oder über den Mittelpunkt des Jupiters oder der Fläche seiner Bahn stehen. Auf diese Art ist in mehreren Ephemeriden, z. B. den wiener, dem berliner astronomischen Jahrbuche u. s. f. für eine gewisse Stunde einer jeden Nacht die Stellung der Trabanten verzeichnet.

Die scheinbaren Durchmesser der Jupiterstrabanten sind viel zu klein, als daß man sie mittelst des Fadennetzes oder des Mikrometers messen könnte. Vermuthungen hierüber hat man jedoch aus der Zeit hergeleitet, welche sie brauchen, in Jupiters Schatten zu treten. Allein es kömmt hier sehr viel auf die Güte der Augen und der Fernröhre an. **Maraldi's** und anderer Bemühungen hierüber erzählet **de la Lande** [α]). So hat **Maraldi** gefunden, daß der dritte Trabant, welcher der größte ist, $\frac{1}{18}$, die drey übrigen aber $\frac{1}{20}$ vom Durchmesser des Jupiters hatten. Da nun Jupiter über 11 Mahl im Durchschnitt größer als unsere Erde ist, so folgt, daß der Durchmesser der Trabanten etwa die Hälfte vom Durchmesser der Erde haben, und daß diese daher um 8 Mahl kleiner als die Erde seyn werden. Auch erscheinen sie nicht alle Mahl gleich helle, woraus man schließt, daß sie helle und dunkele Flecken besitzen, und sich um eine Achse drehen.

Der P. **Rheita** [β]) glaubte außer diesen 4 Trabanten des Jupiters noch 5 neue Begleiter desselben entdeckt zu haben.

α) Astronomie §. 2979.

β) Oculus Enochi atque Eliae s. radius sidereo-mysticus. Antv. 1655. fol.

haben. Allein es waren 5 Sterne des Wassermanns, welche Jupiter verließ, als er aus seiner Stelle fortrückte.

Als **Huygens** den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß beobachtete, so entdeckte er am 25ten März 1655 einen Saturnusmond [α]), dessen Umlaufszeit er angab. Erst 16 Jahre darnach sahe der ältere **Cassini** mit einem Fernrohre von 17 Fuß einen zweyten, mit Fernröhren von 35 bis 70 Fuß am Ende des 1672ten Jahres einen dritten. Noch 12 Jahre darauf bediente er sich der Objektivgläser, welche **Ludwig** XIV mit vielen Kosten von **Campani** in Bologna hatte verfertigen lassen. Durch solche Fernröhre, wovon das größte 136 Fuß lang war, entdeckte er noch zwey andere Saturnustrabanten [β]). In England zweifelte man noch über 30 Jahre an der Richtigkeit dieser cassinischen Entdeckungen, bis im Jahre 1718 **D. Pound** durch ein Objektivglas von 123 Fuß Brennweite den Saturn von 5 Trabanten begleitet entdeckte.

In den neuern Zeiten hat endlich noch Herr **Herschel** durch sein 40 füßiges Spiegelteleskop zwey andere Saturnusmonde entdecket, nämlich den einen am 18ten Aug. 1789 und den andern den 17ten Septemb. darauf. Es stehen diese beiden zunächst am Saturn. Herr **Herschel** hat von diesen in den philosophischen Transaktionen [γ]) Nachricht ertheilet, wo auch Tafeln für alle sieben Trabanten mit einer sehr großen Zeichnung von 6 Bahnen vorkommen. Damit nun die Ordnung nicht gestöret werden möge, in welcher man sie bisher gezählet hat, nennt er die beiden neuen den **sechsten** und **siebenten**, so daß der siebente der innerste ist. Schon **Huygens** [δ]) hat mehr Saturnustrabanten gemuthmaßet, als die damahls bekannten fünf, einen zwischen den vierten und fünften, wegen ihres großen Zwischenraums,

α) De saturni luna observ. noua; ingl. Systema saturnium; in *Chr. Hugenii* opp. Tom. III.

β) *Du Hamel* Regiae scienc. Academiae historia ad annum 1684. Cap. III. p. 244.

γ) Vol. LXXX. art. 23.

δ) Cosmotheorus. Lib. II.

raums, und mehrere über den fünften hinaus; mithin doch nicht an der Stelle, wo sich die neuentdeckten befinden.

Die vier ersten Saturnustrabanten, so wie der sechste und siebente bewegen sich sehr nahe in der Ebene des Saturnusringes. M. s. **Saturn.** Die Bahn des fünften aber nähert sich mehr der Ebene der Ekliptik, und ist gegen diese unter einem Winkel von 15° geneigt. Wegen der starken Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik erscheinen sie mehrentheils elliptisch, und die Trabanten stehen nicht in so gerader Linie, wie die beym Jupiter. Auch sind ihre Verfinsterungen seltener, und wegen der großen Entfernung des Saturnus schwer zu beobachten, um ihren ungleichen Lauf zu bemerken. Nur beym vierten hat man dergleichen wirklich gesehen α). Was die scheinbaren Durchmesser dieser Trabanten betrifft, so läßt sich darüber gar nichts bestimmtes festsetzen. Sie erscheinen nicht immer gleich helle. Das Licht des fünften Trabanten besonders wird, wenn er auf der Morgenseite des Saturnus stehet, so schwach, daß es schwer wird, ihn gewahr zu werden, welches nur von den Flecken herrühren kann, wie schon **Huygens** β) vermuthet hat, die die Halbkugel, welche er uns zuwendet, bedecke; aber um uns diese Erscheinung beständig in der nämlichen Lage zu zeigen, wird erfordert, daß sich dieser Trabant, wie der Mond unserer Erde, in einer Zeit, die der seines Umlaufs um den Saturn gleich ist, um sich selbst drehe. Dieß hat auch **Herschel** γ) durch direkte Beobachtungen seiner Flecken bestätiget. Wahrscheinlich findet dieß bey allen Satelliten Statt.

Tafeln über die ältern Saturnusmonden haben auch **Jakob Cassini** δ) und **D. Pound** gegeben. Sie dienen aber nur größtentheils dazu, um die Trabanten jedes Mahl zu erkennen, oder ihre Stellen von der Erde aus betrachtet

α) Mémoir de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1757.
β) Cosmotheorus p. 100.
γ) Philosoph. transact. Vol. LXXXI. LXXXII.
δ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1716. und in den Elémens d'Astronomie. Paris 1740.

trachtet zu finden. Hierbey hat man die Umlaufszeit des größten oder des vierten, den **Huygens** zuerst entdecket hat, zum Grunde geleget, und aus dieser in Verbindung mit der größten Entfernung der Monden vom Saturn nach den keplerischen Regeln die Umlaufszeiten der übrigen geschlossen. Man findet die cassinischen Tafeln in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln [α]).

Die periodischen Umlaufszeiten und die Entfernungen vom Saturn der fünf ersten nach **Cassini**, der beiden neuern aber nach **Herschel**, die Entfernungen in Halbmessern des Saturns ausgedrückt, sind folgende:

	periodischer Umlauf				Entfernung
1ter Trabant	1 Tag	21 Stun.	18 Min.	27 Sek.	4,50
2ter	2	17	44	22	5,76
3ter	4	12	25	12	8,05
4ter	15	22	34	38	18,67
5ter	79	7	47	0	54,20
6ter	1	8	50	0	3,6
7ter	0	23	45	0	2,8

Von einem **Saturnilabium**, wodurch man die Stellung der Trabanten, wie die Jupitersmonde beym Jovilabium, für jede Zeit leicht finden könne, redet **de la Lande** [β]).

Herr **Herschel**, welcher im Jahre 1781 den neuen Planeten **Uranus** entdeckte, hat nachher auch durch sein 20 füßiges Teleskop gefunden, daß selbiger von zweyen **Trabanten** oder **Monden** begleitet werde, welche sich beynahe in kreisförmigen und auf der Ebene der Ekliptik fast lothrechten Bahnen bewegen. Er sahe diese Trabanten zuerst den 11ten Jan. 1787. Am 7ten Febr. verfolgte er den einen von 8 Uhr Abends bis 8 Uhr Morgens, sahe ihn 9 Stunden lang seinen Hauptplaneten getreu begleiten, und einen Theil seiner Bahn beschrieben. Schon am 15ten Febr. war es ihm möglich, hiervon mit der Bestimmung der Umlaufszeiten der königlichen Societät zu London Nachricht zu er-

α) Philosoph. transact. 1718. n. 356.
β) Astronomie §. 2994.

theilen [a]). Die Umlaufszeiten mit den scheinbaren größten Entfernungen vom Uranus sind nach ihn folgende:

	Umlaufszeit	Entfernung
für den innersten	— 8 Tag. 17 Stu. 1 Min. 19,3 Sek.	— 33″,09
für den äußern	— 13 — 11 — 5 — 1,5 —	— 44″,23

Uebrigens schätzt er diese Körper nicht viel kleiner als die Trabanten des Jupiters.

Außer den Monden der Erde, des Jupiters, des Saturnus und des Uranus hat man auch bey der Venus einen Mond wahrnehmen wollen. **Franz Fontana** hat zuerst Beobachtungen im Jahre 1646 angestellet; allein Herr **Kästner** erinnert, daß solche Beobachtungen, welche sich bloß auf Abbildungen der Venus gründen, durch schlechte Fernröhre betrachtet, sehr unrichtig als Wahrnehmungen eines Venusmondes angeführet werden. Andere dahin gehörige Beobachtungen sind von **Cassini** 1686, **Short** 1740, **Montaigne** 1761, **Rödkier**, **Horrebow** und **Montbarran** 1764. Der Ritter **Wargentin** [β]) beobachtete die Venus in der nämlichen Zeit, wie **Montaigne**, ohne einen Trabanten bey selbiger wahrzunehmen, und verwundert sich, daß man ihn in einem so großen Zeitraume von 90 Jahren nicht mehr als 3 Mahl und gleichsam in der Eil solle gesehen haben. **Lambert** [γ]) hat alles zusammen gesammelt, was etwa für die Beobachtung eines Venustrabanten dienen könnte, und hieraus eine Theorie für seinen Lauf mit Tafeln berechnet. Hieraus schien zu folgen, daß er den 1ten Juni 1777 in der Sonnenscheibe zu sehen sey. Allein man hat nichts dergleichen wahrgenommen. Es scheint also sein Daseyn noch zweyfelhaft, und vielleicht die ganze Sache ein Irrthum der Beobachter gewesen

α) Philosoph. transact. for. 1788. Vol. LXXVIII. P. II. n. 22.

β) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. 1761. der kästner. Uebersetz. S. 178.

γ) Mémoir. de l'Académie de Prusse 1733. Vom Trabanten der Venus in den berliner Ephemeriden für 1777. Samml. S. 178. 1778. S. 116.

wesen zu seyn. Der P. Hell [α]) zeiget, daß sich bey der Betrachtung eines so glänzenden Planeten, wie die Venus ist, ein Bild desselben auf der Pupille entwirfft, daß sich wieder im Okularglase spiegelt, und leicht für einen Venusmond gehalten werden köñne.

M. s. *Weidler* historia astronomiae. Viteb. 1741. 4. Cap. XV. §. 6. 12. 92. 120. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. I. §. 433 u. f. 449 u. f. **Kästner** Anfangsgründe der Astronomie §. 197 u. f. §. 202. 265. 276. **la Place** Darstellung des Weltsystems Th. I. S. 77 f. 86 f. 89. Th. II. S. 98 u. f.

Nebensonnen (parhelii, parhelia, parélies ou parhélies) sind Bilder der Sonne, welche sich bisweilen außer der wahren Sonne am Himmel zeigen. Sie sind meistentheils durch einen hellen, auch wohl gefärbten Ring unter einander verbunden, oder haben auch schweifähnliche Stücke eines solchen Ringes an sich.

Die Nebensonnen, welche die Alten gesehen haben, erzählen **Aristoteles** [β]) und **Plinius** [γ]), letzterer mit Benennung der Consuls, unter welchen man Nebensonnen zu Rom gesehen hat. In den neuern Zeiten ist das sogenannnte römische Phänomen, welches **Scheiner** am 20 März 1629 wahrgenommen hat, sehr berühmt, weil es das erste seiner Art war, das die Naturforscher darauf aufmerksam machte. Es wird also beschrieben:

Der Ort des Beobachters zu Rom ist a (fig. 121.), sein Zenith b, die wahre Sonne c, ab eine Ebene durch den Ort des Beobachters, die wahre Sonne und das Zenith. Um die Sonne c gingen zwey nicht geschlossene aber farbichte Ringe, der kleinere d e f vollständiger und vollkommener, jedoch bey d f unterbrochen und offen, ob er sich gleich bisweilen zu schließen schien; der andere g h i aber weit blässer und kaum zu erkennen. Der dritte Kreis k l m n

war

α) Ephemerides Viennenſ. 1766. in append.
β) Meteor. III. 2.
γ) Hiſtor. natur. II. 32.

war sehr groß, ganz weiß, ging mitten durch die Sonne, und allenthalben mit dem Horizonte parallel. Anfangs war dieser Kreis ganz, gegen das Ende von m nach n aber bloß und unterbrochen, daß er fast gar nicht zu erkennen war. In dem Durchschnitte dieses Kreises mit dem farbigen Ringe g h i zeigten sich zwey nicht ganz vollkommene Nebensonnen n und k, wovon diese schwächer jene stärker glänzte. In ihrer Mitte leuchteten sie fast eben so sehr, wie die wahre Sonne, allein nach dem Rande hin hatten sie Farben, wie der Regenbogen, und waren da auch nicht rund und glatt abgeschnitten, sondern ungleich und hökrig. Die Nebensonne n war beständig in zitternder Bewegung, und warf einen feuerfarbenen Schweif n p von sich. Jenseit des Zeniths zeigten sich noch zwey andere Nebensonnen l und m, nicht so glänzend wie jene aber ründer und weiß, wie der Kreis, worin sie standen. Die Nebensonne m verschwand früher als l, wie auch der Ring auf dieser Seite. Auch verschwand die Nebensonne n eher als k, und so wie jene abnahm, nahm diese an Glanz zu, und verschwand zu allerletzt. Die Ordnung der Farben in den Kreisen d e f, g h i war wie bey Höfen, nämlich das Rothe zunächst der Sonne; auch war der Durchmesser des einen Kreises 45°.

Andere Beobachtungen dieser Art von **Gassendi**, **de la Hire**, **Cassini**, **Gray**, **Halley** werden von **Musschenbroek** [α]) angeführet. Eine der schönsten und seltensten unter allen ist die, welche **Hevel** zu Danzig [β]) machte, der am 20. Febr. 1661 sieben Nebensonnen auf ein Mahl sahe. Dieses hevelische Phänomen scheint alle wesentliche Abwechselungen dieses schönen Schauspieles, welche man sonst oft einzeln gesehen hat, zu vereinigen. Es unterscheidet sich diese Erscheinung von der römischen nur darin, daß drey farbige Kreise um die Sonne gehen, deren äußerster über

α) Introduct. ad philosoph. natur. Tom. II. §. 2455.
β) De rarissimis quibusdam paraselinis ac pareliis h. s. Mercurio in sole viso. Gedani 1662. fol. p. 173.

über b hinausliegef, und daß bey h und e noch kleine gegen die Sonne erhabene Bogen von horizontalen Kreisen zu sehen sind. Die Nebensonnen befinden sich alle in Durchschnitten der Kreise und Bogen, nur eine einzige zeigt sich im großen horizontalen Kreise bey q der wahren Sonne gegen über, und der feuerfarbene Schweif p n erstreckt sich nicht gerade aus, sondern krümmt sich im Bogen, als ein Theil des Kreises n m l k.

Gewöhnlich sind die Nebensonnen von Höfen begleitet, welche zum Theil weiß, zum Theil wie Regenbogen gefärbet sind. Ihre Größe und Anzahl ist verschieden, die Breite ist aber alle Mahl dem scheinbaren Sonnendurchmesser gleich. Meistentheils geht ein großer weißer mit dem Horizonte paralleler Kreis durch alle Nebensonnen, und würde, wenn er ganz wäre durch den Mittelpunkt der Sonne gehen. Bisweilen erstrecken sich um diesen Kreis noch farbige Bogen von kleinern concentrischen Kreisen, welche da, wo sie die Kreise berühren, noch mehr Nebensonnen bilden. Die Schweife sind jederzeit Stücken dieser Kreise, und erscheinen oft einzeln. Die Ordnung der Farben an den bunten Kreisen ist wie an den Regenbogen; einwärts gegen die Sonne sind sie roth, wie es mehrentheils bey den Höfen um die Sonne zu seyn pfleget. Die Erscheinungen der Nebensonnen dauern ein, zwey, drey, auch vier Stunden, und in Nordamerika sollen sie einige Tage anhalten, und vom Aufgange der Sonne bis zum Untergange sichtbar bleiben. **Muſſchenbroek** [α]) sahe im Jahre 1753 eine merkwürdige Erscheinung dieser Art. Es war nur eine einzige Nebensonne, welche aber drey Schweife hatte, zwey mit dem Horizonte parallel, und denn dritten senkrecht aufwärts gerichtet von 12° Länge. Auch hat man mehrere Mahl die Sonne mit aufwärts oder niederwärts gerichteten leuchtenden Schweifen auf- oder untergehen gesehen. So erzählet **Wales** [β]), daß in der Hudsonsbay solche Lichtstreifen

α) Introd. ad philosoph. natur. §. 2457.
β) Philosoph. transact. Vol. LX. p. 129.

sen jederzeit beym Aufgange der Sonne gesehen werden. Sie steigen nämlich mit der Sonne zugleich in die Höhe, und beugen sich, so wie sie länger werden, gegen einander, bis sie gerade über die Sonne in dem Augenblicke, da sie aufgehet, zusammenkommen, und daselbst eine Art von Nebensonne bilden. Im Jahre 1722 hat **Malezieu** drey Sonnen gerade und dicht über einander gesehen, welche deutlich abgeschnitten waren, wovon die unterste den Horizont berührte, und die mittlere die wahre Sonne war. Andere Erscheinungen dieser Art werden von **Musschenbroek** erzählet.

Cartesius in seinen Meteoren und der Catoptrik versuchte es zuerst, eine Erklärung von der Entstehung der Nebensonnen zu geben. Er nimmt an, daß eine große Menge gefrorner Dünste durch entgegengesetzte Winde zusammengetrieben würden, wodurch ein sehr großer Eiscylinder sich bilde, welcher das darauf fallende Licht nach allen Seiten hin zurückwerfe, und solchergestalt den großen horizontalen Kreis auf den herumliegenden Wolken bilde. **Dechales** hält es bloß im Allgemeinen für möglich, daß die Nebensonnen durch Zurückwerfung des Sonnenlichtes von den Wolken unter gewissen Umständen entstehen möchten. Er erzählet zugleich, daß sich auf eine ähnliche Weise zu **Vesul** in Bourgogne ein Bild des Erzengels Michael in den Wolken abgebildet, und alle Zuschauer in ein großes Schrecken versetzet hätte.

Huygens *) hat die Entstehung der Nebensonnen auf folgende Art zu erklären gesuchet. Weil die Nebensonnen beständig von Höfen begleitet sind, so meinet er auch, sie könnten nicht anders als von einer ähnlichen Ursache herrühren. Er nahm daher statt der kleinen kugelförmigen Hagelkörner (m. s. **Höfe**) kleine aufrecht schwebende durchsichtige Eiscylinder oder Eisnadeln (specula glacialia) mit undurchsichtigen Kernen an. Hieraus erkläret er die Entstehung des großen weißen horizontalen Kreises durch die Zurückwer-

*) Philosoph. transact. Vol. V. no. 60. Diss. de coronis et parheliis; in opp. reliquis. Amsterd. 1728. 4.

rückwerfung der Sonnenstrahlen von der Außenfläche dieser aufrecht schwebenden Cylinder. Dieß zeiget er deutlich durch eine Zeichnung eines solchen Cylinders im Großen, und des Weges, welchen die zurückgeworfenen Strahlen der Sonne nehmen müssen. Denn jeder Punkt der Sonne erleuchtet einen Kreis von Cylindern, dessen scheinbare Höhe mit der Höhe des erleuchteten Punktes einerley ist. Dadurch muß nothwendig ein gewisser durch die Sonne gehender horizontaler Ring von gleicher Breite mit derselben entstehen. Die beiden Nebensonnen bey n und k läßt **Huygens** von eben diesen aufrecht schwebenden cylindrischen Eisnadeln entstehen, aber vermittelst einer gedoppelten Brechung der Sonnenstrahlen. Es können nämlich wegen des undurchsichtigen Schneekernes von den Eiscylindern zwischen k und n keine Strahlen ins Auge kommen, daher auch nach ihm die Entfernung dieser beiden Nebensonnen von einander desto größer wird, je größer der undurchsichtige Kern gegen den ganzen Cylinder ist. Die Sonne scheinet am hellesten durch die außerhalb k und n befindlichen und zugleich nächst daran liegenden Eisnadeln, etwas auch noch durch die darauf folgenden, aber immer schwächer und schwächer bis auf eine gewisse Weite. Daher entstehet der Schweif der Nebensonnen, welcher nach der Richtung des weißen Kreises hinläuft, und diesen, so weit er sich erstrecket, heller machet. Was den außerordentlichen Glanz dieser Nebensonnen betrifft, so lasse sich dieser sehr leicht erklären, wenn man bedenke, daß ein jeder Cylinder nach seiner Länge glänze, dagegen die Kügelchen bey den Erscheinungen der Höfe und des Regenbogens nur wenig Licht geben, so daß ein einziger Cylinder vielleicht mehr leuchte, als 10 solche Kügelchen zusammen genommen.

Die farbigen Ringe d e f und g h i erkläret Huygens zwar nicht, wie die Höfe, aus Kügelchen, aber doch aus den halbkugelförmig abgerundeten Enden der Eiscylinder, welche die Nebensonnen bilden. Die Entstehung der beiden Nebensonnen l und m hinterwärts in dem weißen Kreise leitet

leitet er auch aus der Brechung des Lichtes in den Eisnadeln dieser Gegend ab, und erweiset, daß sie in diesem großen weißen Kreise sich befinden müssen, und berechnet zugleich die Entfernung derselben von einander auf 90°. Auch gibt er durch Rechnung an, daß diese Nebensonnen gar nicht entstehen, wenn die Sonne eine Höhe von 25° besitzet, und der Durchmesser des undurchsichtigen Kreises gegen den Durchmesser des ganzen Eiscylinders größer als 59 gegen 100 ist. Nach dieser Theorie erkläret **Huygens** sehr glücklich die ganze römische Erscheinung und **Hevels** gemachte Beobachtung.

Weidler [α]) will zwar **Huygens** Hypothese zur Erklärung der Höfe nicht gelten lassen, billiget aber doch dessen Vorstellung von der Entstehungsart des horizontalen Ringes bey der Erscheinung der Nebensonnen vermittelst gefrorner cylindrischer Dünste. Auch führet **Musschenbroek** an, daß solche Eistheilchen bisweilen, nachdem die Nebensonnen verschwunden, aus der Luft gefallen, wie **Maraldi**, **Weidler** und **Kraft** bemerket haben wollen, nur hat man sie nie in der Mitte undurchsichtig, sondern alle Mahl durchsichtig gefunden. Auch sey nach **Ellis's** und **Middleton's** Berichten in Nordamerika die Luft mit dergleichen Eisnadeln von solcher Größe angefüllt, daß man sie mit den Augen sehen könne.

Einige Einwendungen aus Beobachtungen an einer Erscheinung von Nebensonnen in Schweden genommen führet **Mallet** [β]) gegen Huygens Hypothese an.

Auch Herr **Hube** [γ]) ist der Meinung zugethan, daß in der Luft schwebende vertikale Eisnadeln irgend wo angehäufet würden, und wegen ihrer Glätte gleichsam wie ein Spiegel wirkten. Hätte alsdann das Auge des Beobachters eine solche Lage, daß die auf diese zusammengedrängten Eisna-

α) Diss. de parheliis a. 1736. visis. Viteb. 1783. 4.
β) Abhandl. der schwedisch. Akad. der Wissensch. B. XXV. S. 47.
γ) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre Th. II. Leipz. 1793. 8. S. 549.

Eisnadeln reflektirten Sonnenstrahlen in selbiges kommen könnten, so würde es auch das Bild der Sonne, folglich eine Nebensonne empfinden.

Wenn man auch die Vorstellung von den in der Luft schwebenden Eisnadeln nicht ganz zugeben wollte, so lehren doch die Beobachtungen, daß die Entstehung der Nebensonnen mit den Nebeln und Dünsten in einer nothwendigen Verbindung stehen. Man kann sich daher diese Sache schwerlich anders vorstellen, als daß die Kreise in den Nebeln und Dünsten entstehen, diese mögen nun aus kleinen Wassertröpfchen oder Bläschen bestehen. Indessen hat noch kein Naturforscher ganz befriedigend zeigen können, wie diese Kreise hervorgebracht werden.

M. s. *Musschenbroek* introductio ad philosophiam naturalem Tom. II. §. 2454 sqq. **Priestley** Geschichte der Optik, durch **Klügel** S. 441 u. f.

Nebenbewohner (perioeci, perioeciens) heißen die Bewohner solcher Oerter auf der Erdfläche, welche zwar unter einerley Breiten oder Parallelkreisen, aber in entgegengesetzten Punkten derselben oder in entgegengesetzten Mittagskreisen liegen. Die Nebenbewohner haben einerley Jahreszeiten, aber entgegengesetzte Tagesstunden.

Negative Elektricität s. **Elektricität.**

Neigung der Magnetnadel (inclinatio acus magneticae, inclinaison de l'aiguille magnetique) heißt der Winkel, unter welchem eine auf einer Spitze frey schwebende Magnetnadel, wenn sie noch vor dem Magnetisiren ins Gleichgewicht gebracht ist, nach dem Magnetisiren gegen die Horizontalfläche geneigt ist. Wenn man nämlich eine vollkommene ausgearbeitete Magnetnadel, noch ehe sie magnetisiret wird, auf eine Spitze völlig ins Gleichgewicht bringt, so findet man nach der Bestreichung derselben mit dem Magnete, daß sie dieses Gleichgewicht verloren hat. Sie neiget sich nunmehr mit der einen Spitze unter die Horizontalfläche, und nimmt auf diese Art eine schiefe oder gegen den Horizont geneigte Lage an. Diese Neigung zeigt

get sich an den meisten Orten der Erde, jedoch nicht überall auf gleiche Art und unter gleichen Winkeln.

In dem größten Theile der nördlichen Halbkugel unserer Erde ist es der Nordpol der Magnetnadel, welcher sich gegen den Horizont neiget, indem sich der südliche Pol erhebt, und diese Neigung nennt man die **nördliche** (inclinatio borealis). Die nördliche Neigung nimmt zu, je weiter der Ort vom Aequator absteht, oder je größer seine Breite ist. In der südlichen Hälfte unserer Erde macht die Spitze des Südpols der Magnetnadel die Neigung, indem sich der Nordpol erhebet, und diese Neigung wird die **südliche** (inclinatio australis) genannt. Auch diese Neigung nimmt nach dem Verhältniß der Breite des Ortes zu. Die Orte der Erde, wo die Nadel gar keine Neigung zeiget, fallen zwar zwischen beiden Hälften der Erdkugel, aber nicht genau in den Aequator der Erde. Selbst an ein und demselben Orte ist die Neigung in der Folge der Zeit veränderlich.

Um die Neigung der Magnetnadel an einem Orte zu beobachten, dienen eigene Compasse, welche **Neigungscompasse, Neigungsnadeln** genannt werden (inclinatoria, aiguilles d'inclinaison). **Robert Normann** soll den ersten Neigungscompaß verfertiget, und hiermit im Jahre 1756 zu London die Inclination der Nadel 71° 50′ nördlich beobachtet haben [α]). **Wolf** [β]) beschreibet folgende einfache Einrichtung eines Neigungscompasses: abcd (fig. 122.) ist ein nicht gar zu breiter messingener Ring, welcher an dem Haken a frey aufgehangen werden kann. An dem Durchmesser db hin, welcher die magnetische Mittagslinie vorstellet, werden zwey schmale messingene Streifen angelöthet. Mitten in diesen Streifen werden Lagen für die Zapfen der Magnetnadel gemacht, damit sie sich innerhalb denselben frey bewegen kann. Hierbey muß der Mittelpunkt der

α) *Gilbert* de magnete L. I. c. I. und *van Musschenbroek* diss. phys. experim. de magnete. cap. III. in seinen dissert. phys. et geometr. Lugd. Batav. 1729. 4.

β) Nützliche Versuche. Th. III. Cap. 4. §. 61.

der Nadel, durch welchen die Zapfen hindurchgehen, genau mit dem Mittelpunkte des Ringes zusammenfallen. Ein jeder Quadrant a b, b c, c d, d a wird aufs genaueste in seine 90 Grade eingetheilet, und die Grade von b gegen a, von b gegen c u. s. f. gezählet. Will man nun hiermit die Neigung der Magnetnadel beobachten, so wird dieser Compaß so gestellet, daß die Linie d b mit der Mittagslinie des Magnetismus zusammenfällt; die bestrichene Neigungsnadel wird alsdann die schiefe Richtung e f annehmen, und durch die Bogen b e und d f die Größe der Neigung oder des Winkels b g e angeben.

Bey dieser Einrichtung aber sieht man bald, daß das Reiben der Zapfen in den Lagern in Ansehung der genauen Stellung der Nadel ein nicht ganz geringes Hinderniß ist, daher auch schlechte Neigungsnadeln, wenn sie beweget werden, nie wieder genau in die vorige Stellung kommen. Dieserwegen gab im Jahre 1743 die königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris eine Preisaufgabe über die Verbesserung des Neigungscompasses auf. Dieß veranlaßte die Herren **Daniel Bernoulli**, **Euler** und **de la Tour** α) in den gekrönten Preisschriften die Fehler der gewöhnlichen Magnetnadel aufzusuchen, und ihnen so viel als möglich durch andere Mittel abzuhelfen. Die vorgeschlagenen Mittel gehen dahin, daß sich die Axe der Nadel auf einer wagrechten Ebene drehe, und daß durch Hinzusetzung kleiner Gewichte die Nadel beynahe schon die Stellung erhalte, welche ihr die magnetische Neigung geben will. Mehrere Nachrichten hiervon findet man in einer eigenen Abhandlung des Herrn **Wilke** β). Der jüngere **Euler** γ) hat die Theorie von der Neigung der Magnetnadeln am vollständigsten abgehandelt. Auch sind von **Brander** und **Höschel** vollkomme-

α) Recueil de pieces sur les bouſſoles d'inclinaiſon. à Paris 1748. 4.
β) Abhandl. der königl. schwed. Akad. der Wissensch. auf das Jahr 1768. B. 30. S. 209 u. f.
γ) Theorie de l'inclinaiſon de l'aiguille magnetique; in den Mémoir. de Berlin 1755.

kommenere Neigungscompasse, welche von ihnen selbst verfertiget sind, beschrieben worden [α]).

Cavallo [β]) führet an, daß man in England die von **Wolf** beschriebene Einrichtung beybehalte, der Nadel aber die in der fig. 123. abgebildete Gestalt gebe. Dabey bleibe aber ein gedoppelter Fehler. Denn vors erste befinde sich der Ruhepunkt am untern Theile der Axe, welche doch keine mathematische Linie sey; es erhalte daher diejenige Hälfte der Nadel, welche sich erhebe, mehr Entfernung vom Ruhepunkte und ein größeres Moment, als die, welche sich senke; diese Ungleichheit vermehre sich, je größer die Neigung werde, und bey der vertikalen Stellung der Nadel sey die Hälfte derselben über dem Ruhepunkte um den ganzen Durchmesser der Axe größer, als die untere Hälfte; daher sey die Wirkung des Magnetismus der Erde auf beiden Enden ungleich, und dieser Fehler lasse sich gar nicht verbessern. Vors zweyte aber könnten auch die Nadeln leicht durch anhängende Feuchtigkeit u. dergl. aus dem Gleichgewichte kommen, ohne es zu bemerken. Endlich gibt er den Rath, daß man nach jeder Beobachtung die Pole der Nadel durch künstliche Magnete umkehren, die Neigung alsdann noch ein Mahl beobachten, und zwischen beiden Beobachtungen das Mittel nehmen solle.

Uebrigens muß bey der Beobachtung selbst nicht allein alles Eisen entfernet, sondern auch die Nadel genau in den magnetischen Meridian gebracht werden. Bey der geringsten Abweichung des letztern wird die Neigung alle Mahl zu groß gefunden; und wenn der Durchmesser bd die magnetische Mittagslinie senkrecht durchschneidet, so stellt sich eine gute Nadel völlig lothrecht. Dieß hat **Daniel Bernoulli** bemerket, und zugleich den Satz erwiesen, daß sich die Cotangente der Neigung wie der Cosinus des Winkels verhalte, welchen die Vertikalfläche durch die Nadel mit dem magnetischen Meridiane macht.

Wolf

α) Beschreib. des magnetisch. Declinatorii u. Inclinatorii Augsb. 1779. 8.
β) Abhandl. d. Lehre vom Magnet a. d. Engl. Leipz. 1788. 8. S. 157 u. f.

Wolf *) hat verschiedene Beobachtungen, in Rücksicht der Neigung der Magnetnadel, welche Noel im Jahre 1706 auf seiner Reise nach Indien angestellet hat, mitgetheilet; damahls war die Neigung zu Lissabon 48° 10′ nördlich, unter der Linie 10° 30′, und bey etwa 7° südlicher Breite ward sie Null; bey 25° 40′ südlicher Breite schon 67° südlich, und bey 35° 25′ südlicher Breite stand die Nadel vertikal. Es scheinen daher diese Beobachtungen nicht richtig zu seyn.

Nach zuverlässigern Beobachtungen für neuere Jahre gibt folgende von Cavallo entlehnte Tabelle die Neigung der Nadel an:

Breite		Länge		Neigung		Jahr
Nördl.		Oestl.		Nördl.		
53°	55′	193°	39′	69°	10′	1778.
49	36	233	10	72	29	
		Westl.				
44	5	8	10	71	34	1776.
38	53	12	1	70	30	
34	57	14	8	66	12	
29	18	16	7	62	17	
24	24	18	11	59	0	
20	47	19	36	56	15	
15	8	23	38	51	0	
12	1	23	35	48	26	
10	0	22	52	44	12	
5	2	20	10	37	25	
		Oestl.		Südl.		
16	45	208	12	19	28	
19	28	204	11	41	0	
21	8	185	0	39	1	1777.
35	55	18	20	45	37	1774.
41	5	174	3	63	49	1777.
45	47	166	15	70	5	1773.

 Herr

*) Nützliche Versuche Th. III. S. 218 u. f.

Herr **Baili** hat die Neigung der Magnetnadel unter 47° 50′ nördlicher Breite und 131° östlicher Länge von 73° 32′, und Herr **Phipps** die unter 79° 44′ nördlicher Breite von 26° östl. Länge von 82° gefunden, welches gegenwärtig die größte Neigung ist, die man mit Zuverlässigkeit beobachtet hat. In Frankreich, England und Deutschland ist jetzt die Neigung 71° bis 73°. In der Folge der Zeit ändert sich zwar die Neigung der Magnetnadel an ein und demselben Orte, aber sehr langsam, und ist daher viel beständiger, als die Abweichung der Magnetnadel. Für London war sie nach **Cavallo** im Jahre 1576, 71° 50′; im Jahre 1775, 72° 31′, daß folglich etwa in 300 Jahren eine Aenderung nur um 13′ Statt fand, wenn man sich auf die ältern Beobachtungen sicher verlassen kann. Von andern Schriftstellern wird aber diese Veränderung weit größer angegeben. Zu Berlin war nach **Bode** im Jahre 1755 die Neigung $71\frac{3}{4}°$ und im Jahre 1769, $72\frac{3}{4}°$. Ueberhaupt aber sind über die Neigung der Nadeln nicht so zahlreiche Beobachtungen angestellet worden, als über die Abweichung derselben. Denn selbst der Seefahrer begnüget sich bloß, demjenigen Theile der Compaßnadel, welcher, so wie er unter andere Himmelsstriche ankömmt, sich mehr oder weniger über den Horizont erhebet, so lange mit etwas Wachs oder dergleichen schwerer zu machen, bis die Nadel sich wieder in der nöthigen horizontalen Stellung zeiget.

Wenn auf einer Landkarte die Orte bemerket werden, an welchen die Nadel zu einer gewissen Zeit einerley Neigung gezeiget hat, und diese durch Linien mit einander verbunden werden, so erhält man dadurch krumme Züge, welche **Neigungslinien** heißen. Diese durchkreuzen sich mit den Abweichungslinien, und scheinen ebenfalls sich auf gewisse Punkte der Erdfläche zu beziehen. Die Linie z. B., wo die Neigung Null ist, geht im atlantischen Meere etwa durch 10 Grad südlicher, im indischen Meere durch 8° nördlicher Breite, und muß also irgendwo zwischen beiden Orten den Aequator der Erde durchschneiden. So wenige Beob-

achtungen

achtungen man auch über die Neigung der Magnetnadel hat, so hat doch Herr **Wilke** [a]) aus **Cunninghams**, des P. **Feuillee**, **de la Caille** und Capit. **Ekebergs** Beobachtung eine Neigungskarte entworfen. Auch findet man die Neigungslinien auf den Karten des Pr. **Funk** [β]) verzeichnet.

Seitdem man sich bemühet hat, die Ursache von der Abweichung der Magnetnadel anzugeben, hat man auch zugleich den Grund von der Neigung anzugeben gesuchet. M. s. **Abweichung der Magnetnadel**. Als man aber den Magnetismus der Erde, den bereits **Gilbert** gelehret hatte, durch die entdeckten Methoden der Vertiefung künstlicher Magneten immer mehr bestätiget fand, so fing man auch an, die Neigung der Nadel als eine nothwendige Folge dieses Magnetismus der Erdkugel zu betrachten. Stellt man sich unsere Erde als einen Magneten vor, dessen Pole (fig. 124.) A und B sind, und es wird eine Magnetnadel ab durch die Punkte 1, 2, 3, 4 u. s. des magnetischen Meridians herumgeführet, so sieht man leicht, daß die Nadel nach und nach die in der Figur gezeichneten Lagen beym Herumführen annehmen muß. Bey den Polen A und B wird sie nämlich vertikal stehen, weil bey 1 das Ende b von dem Punkte A so stark angezogen, das andere Ende a aber so stark abgestoßen wird, daß der andere entferntere Pol B der Erde gar keine Aenderung darin bewirken kann. In den Stellen bey 4 und 10 wird die Magnetnadel völlig wagrecht liegen, weil hier beide Pole der Erde gleich stark wirken, mithin bloß a gegen B und b gegen A gekehret ist. In den zwischenliegenden Stellen hingegen wird sie eine schiefe Lage annehmen, so daß sie mit dem einen Ende desto stärker von dem nähesten Pole der Erde angezogen, mithin desto mehr vertikal gegen die Erde gerichtet seyn muß, je näher sie diesem Pole lieget.

[a]) Versuch einer magnetischen Neigungskarte in den schwed. Abhandl. für das Jahr 1768. B. 30. d. deutsch. Uebersetz. S. 209.

[β]) Die nördliche und südliche Erdoberfläche, auf die Ebene des Aequators projiciert. Leipz. 1781.

Um dieses Gesagte einigermaßen zu bestätigen, kann man den Versuch im Kleinen mit einer so genannten Terelle anstellen; freylich wird man aber hierbey nicht in aller Strenge die nämlichen Neigungen, wie auf der Oberfläche der Erdkugel finden. Denn nothwendig muß die Stärke der Anziehung und Abstoßung der beiden Enden einer Magnetnadel von der Erde etwas verschieden von der beym Versuche im Kleinen ausfallen, indem im ersten Falle die Länge der Nadel gegen den Erddurchmesser in gar keine Betrachtung kommen kann; im andern Falle hingegen ein merkliches Verhältniß gegen den Durchmesser der Terelle besitzet. Indessen wird doch dadurch auf eine genugthuende Art bewiesen, daß der Magnetismus der Erde die alleinige Ursache der Neigung sey.

Der jüngere **Euler** nahm an, daß der magnetische Nordpol 14, der Südpol 45 Grade von den Erdpolen abstünden (M. s. **Abweichung der Magnetnadel** Th. I. S. 36.). Diese Eulerische Vermuthung scheint Wilkens Neigungskarte sehr zu begünstigen; nach dieser scheint nämlich der Nordpol des Magnets um oder über die Baffinsbay zu fallen. In Ansehung des Südpols mangeln noch hinlängliche Beobachtungen der Neigung, wiewohl Herr **Wilke** aus einigen Umständen glaublich macht, daß er in das stille Meer zwischen Afrika und Neuseeland falle, wohin ihn auch **Euler** setzet, daß er aber vom Südpole der Erde nur etwa 20°, mithin nicht, wie **Euler**, 35° abstehe. **Noel** fand aus seinen Beobachtungen, daß die Nadel unter Madagascar vertikal stand, und daraus schloß **Musschenbroek**, daß es daselbst noch einen südlichen Pol geben müsse; allein es scheint **Noel** seine Nadel nicht genau im magnetischen Meridiane gebracht, und daher an allen Orten die Neigung derselben viel zu groß gefunden zu haben. Denn seine Beobachtungen stimmen mit den andern Beobachtungen nur an denjenigen Orten überein, wo die Nadel wagrecht bleibt, für welche Orte es aber gleichgültig ist, ob man sie in den magnetischen Meridian bringt oder nicht.

Wüßte

Wüßte man genau die Lage der beiden magnetischen Pole der Erde, und wäre es außerdem bekannt, nach welchem Gesetze die magnetischen Kräfte durch Anziehung und Zurückstoßung wirkten, so würde es nicht schwer seyn, durch Hülfe der Mathematik zu bestimmen, wie groß die Neigung der Nadel für jeden gegebenen Ort der Erdfläche sey. **Tobias Mayer** hat etwas ähnliches in seiner unter dem Artikel, **Abweichung der Magnetnadel**, angeführten ungedruckten Abhandlung versuchet. Aus dieser seiner Theorie suchet er die Größen der Neigung für verschiedene Orte der Erde herzuleiten, welche von den wirklich beobachteten nicht sehr viel abweichen. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 9'; für Berlin 71° 46', für Torneå 75° 38; für Quito 34° 48' nördlich; am Cap der guten Hoffnung 24° 47' südlich, da man sie durch wirkliche Beobachtungen am ersten Orte 75°, am andern 71° 45', am dritten 77°, am 4ten 17° nördlich und am fünften 41° 44' südlich gefunden hat.

In Ansehung der Veränderung der Neigung an einerley Orte läßt sich schließen, daß die magnetischen Pole der Erde sich nach und nach in andere Stellen verrücken, welches auch die Abweichung der Magnetnadel zu beweisen scheinet. Nach der Vermuthung des Herrn **Wilke** rückt der Nordpol langsam südostwärts fort, und der Südpol macht eine demselben entgegengesetzte Bewegung.

Ja die Neigung der Magnetnadel scheint selbst täglichen zufälligen Veränderungen unterworfen zu seyn, wovon aber die bisherigen Beobachtungen viel zu unbedeutend sind, um nur etwas mit Wahrscheinlichkeit darüber sagen zu können. Uebrigens sind auch selbst die Neigungscompasse noch viel zu unvollkommene Werkzeuge, um damit dergleichen feine Beobachtungen anzustellen.

M. s. **Wolfs** nützliche Versuche Th. III. Halle 1723. 8. Cap. 4. §. 61. *Pet. v. Muſſchenbroek* diſſ. de magnete in den diſſ. phyſ. et geomet. Lugd. Batav. 1729. 4.

Tiber. Cavallo Abhandlung der Lehre vom Magnet, aus dem Engl. Leipz. 1788. 8. S. 55 f.

Neigung der Bahn (inclinatio orbitae, inclinaison de l'orbite) heißt in der Astronomie der Winkel, welchen die Bahn eines Planeten oder Kometen mit der Erdbahn oder mit der Ekliptik macht. Aus der Geometrie ist es hinlänglich bekannt, daß der Neigungswinkel einer Ebene gegen eine andere gefunden wird, wenn man durch irgend einen Punkt der Durchschnittslinie auf selbige in beiden Ebenen senkrechte Linien ziehet. Wäre nun bey der Durchschnittslinie der Ebene einer Planetenbahn mit der Ebene der Ekliptik dieser Punkt gerade der Mittelpunkt der Sonne, so ist alsdann der Neigungswinkel zugleich der größte Winkel, um welchen der Planet aus der Sonne gesehen jemahls von der Ebene der Erdbahn abweichen kann, oder er ist die größte heliocentrische Breite des Planeten. M. s. **Breite, Heliocentrisch.** Daraus folget also, daß die Neigung der Bahn der größten heliocentrischen Breite eines Planeten gleich ist.

Ein Planet hat die größte Breite in den Punkten seiner Bahn, welche von seinen Knoten um 90° entfernet sind. Wenn man daher an diesen Stellen seine heliocentrischen Breiten aus Beobachtungen berechnet, so gibt die größte darunter die Neigung seiner Bahn. Jedoch zeigt die Astronomie noch andere und bessere Methoden, die Neigung der Bahn zu finden.

Weil sich die Planeten nie weit von der Ekliptik entfernen, so folgt auch daraus, daß die Neigungen ihrer Bahnen nur gering sind. Nach **de la Lande** sind sie folgende:

Merkur —	7°	0′	0″	
Venus —	3	23	20	
Mars —	1	51	0	
Jupiter —	1	19	10	
Saturn —	2	30	20	
Uranus —	0	43	35	nach **Bode**

Die Neigung der Mondbahn ist wegen der Einwirkung der

Sonne

Sonne veränderlich, und zwischen 5° 1′ und 5° 17′ enthalten. Was die Neigungen der übrigen Nebenplaneten betrifft s. m. den Artikel, **Nebenplaneten.**

Es geschiehet also der Umlauf der Planeten um die Sonne nicht völlig, aber doch beynahe in einerley Ebene, und sie rücken alle nach einerley Richtung, nämlich nach der Folge der Zeichen, fort. Es scheint daher das Zusammenfallen der Bahnen um einerley Ebene auf einen gemeinschaftlichen Ursprung der Bewegung aller Planeten hinzuweisen.

Was die Neigung der Kometenbahnen betrifft, so ist diese bey einigen sehr groß, so daß sie die Ekliptik fast senkrecht durchschneiden.

Neigungscompaß, Neigungsnadel s. **Neigung der Magnetnadel.**

Neigungsloth s. **Einfallsloth.**

Neigungswinkel s. **Einfallswinkel.**

Netzhaut s. **Auge.**

Neumond (Nouilunium, nouvelle lune). So nennt man die Erscheinung der völlig dunkeln von der Sonne abgewendeten Halbkugel des Mondes, auch oft die Zeit, zu welcher wir diese Erscheinung gewahr werden. M. s. **Mondphasen.** Wenn nämlich der Mond mit der Sonne in Conjunktion ist, und folglich derselbe zwischen der Sonne und der Erde sich befindet, so werden wir die dunkle Scheibe oder wenigstens einen Theil davon wegen des Glanzes der Sonnenstrahlen nicht eher sehen, als wenn er uns ganz oder zum Theil vor die Sonnenscheibe tritt; alsdann verursachet aber der Neumond eine wahre Sonnenfinsterniß, welche mithin nie anders, als zur Zeit des Neumondes erfolgen kann.

Kurz nach dem Neumonde erscheinet der Mond gleich nach dem Untergange der Sonne nicht weit von derselben als eine sichtbare schmale Sichel, und fängt also eine Reihe seiner Erscheinungen oder einen Mondwechsel an. Daher sind die Benennungen des Neumondes in allen Sprachen entstanden.

Für

Für diejenigen Völker, welche sich der Mondenjahre oder Mondenmonathe zu ihrer Zeitrechnung bedienen, bestimmt der Neumond den Anfang des Monaths. Ehe man wußte, wie die Zeit des wahren Neumondes zu finden war, gebrauchte man den Erleuchtungsmonath, und belegte die Wiedererscheinung des Mondes, welche etwa nach 1 bis 2 Tagen nach dem Neumonde erfolget, mit dem Nahmen **Neumond.**

Neunzigster (nonagesimus, nonagésime) heißt derjenige Punkt der Ekliptik, welcher für einen gegebenen Zeitpunkt von den beiden eben im Horizonte befindlichen Punkten der Ekliptik, oder von den Punkten des Auf- und Unterganges, um 90 Grade entfernet ist.

Die Ekliptik hat gegen den Horizont alle Augenblicke eine veränderte Lage, wenn sich gleich beide Kreise, als größte, beständig zur Hälfte schneiden. Man nennt die Punkte, worin die Ekliptik den Horizont an der Ost- und Westseite schneidet, die **Punkte des Auf- und Unterganges**, und eben der **Neunzigste** ist von diesen Punkten um 90° entfernet. Führt man durch den Neunzigsten einen Vertikalkreis, so ist alsdann der Bogen desselben zwischen der Ekliptik und dem Horizonte die **Höhe des Neunzigsten**, und zugleich das Maaß des Winkels, welchen die Ekliptik mit dem Horizonte in diesem Augenblicke macht.

Der Neunzigste ist von demjenigen Punkte der Ekliptik, welcher zu dieser Zeit im Mittagskreise stehet, und der **culminirende Punkt** genannt wird, verschieden. Dieser culminirende Punkt ist nämlich jederzeit von den Punkten des Auf- und Unterganges um ungleiche Bogen entfernet, wenn nicht diese Punkte mit den Nachtgleichungspunkten zusammenfallen. In diesem letztern Falle ist einer von den Solstitialpunkten zugleich culminirender Punkt und Neunzigster. Befindet sich aber einer von den Nachtgleichungspunkten im Mittagskreise, so fällt der Neunzigste am weitesten

sten Abends- oder Morgenwärts, oder sein Azimuth wird ein Größtes.

Man kann den Neunzigsten durch Auflösung eines sphärischen Dreyecks berechnen, wenn die Polhöhe des Ortes, Schiefe der Ekliptik und Abstand der Nachtgleiche vom Mittage gegeben sind. Es wird der Neunzigste vorzüglich gebrauchet bey Berechnung des kosmischen und akroenktischen Auf- und Untergangs und der Finsternisse.

Neutralsalze (salia neutra, enixa, salsa, sels neutres) sind zusammengesetzte Salze, welche aus der innigsten Verbindung der Säuren mit den Alkalien als Produkte entstehen. Es haben nämlich die Alkalien gegen die Säuren große Verwandtschaft, und verlieren durch ihre Verbindung mit denselben nicht nur ihren eigenthümlichen, sondern auch die Säuren ihren sauren Geschmack, und beide erhalten nach ihrer Vereinigung einen eigenen Geschmack. Sie vernichten gleichsam einander in ihren vorigen Eigenschaften durch ihre Verbindung, und wenn das Verhältniß beider gehörig getroffen worden, so wirkt das Gemisch alsdann weder als Säure noch als Alkali, sondern es ist vielmehr ein wahres Neutralsalz. Ein solches Neutralsalz, welches völlig gesättiget ist, macht den Veilchensyrup weder roth noch grün, die Lakmustinktur nicht roth, das mit schwacher Säure roth gefärbte Lakmuspapier und Fernambucpapier nicht blau, und die gelbe Farbe der Curcumawurzel nicht braun.

Sonst nannte man die Neutralsalze **vollkommene Mittelsalze**, indem man überhaupt unter Mittelsalzen auch diejenigen mit begriff, welche aus der Verbindung der Säuren mit den absorbirenden Erden entstehen; allein seit **Bergmanns** Zeiten hat man diesen letztern nur den Nahmen Mittelsalze gegeben, und diese von denjenigen, von welchen hier die Rede ist, unterschieden. M. s. **Mittelsalze**.

Eine jede Säure gibt mit jedem der drey Alkalien eine eigene Art von Neutralsalz; demnach läßt sich die Anzahl der unterschiedenen Neutralsalze bestimmen, wenn man die

Anzahl

Anzahl der bekannten Säuren mit den dreyen Alkalien multiplicirer. Alle diese Neutralsalze unterscheiden sich unter einander sehr merklich in ihrem Geschmacke, in ihrer Auflösbarkeit im Wasser, in ihrer Krystallengestalt, in ihrer Feuerbeständigkeit und Flüchtigkeit und in ihrem Verhalten gegen andere Körper. Auf diesen Eigenschaften beruhet noch ein wichtiger Unterschied, sowohl unter den Alkalien selbst, als auch unter den Säuren. Denn nur diejenige Säure hat man von einer andern als wesentlich verschieden zu betrachten, welche mit eben dem Alkali ein Neutralsalz bildet, das wesentlich von dem verschieden ist, welches diese damit gibt.

Ein jedes Neutralsalz erhält nach der neuern Chemie seinen Nahmen von der Säure, woraus es entstanden, mit dem Zusatze des Alkali, das mit jener eine Verbindung eingegangen ist; als z. B., die **schwefelgesäuerte Potasche** (**vitriolisirter Weinstein**) (tartarus vitrioli satus, sulfate de potasse), **die schwefelgesäuerte Soda** (**Glaubersalz**) (sal mirabile Glauberi, sulfate de soude), das **schwefelgesäuerte Ammoniak** (**Glaubers geheimer Salmiak**) (sal ammoniacum secretum Glauberi, sulfate ammoniacal), u. s. f.

Die beiden feuerbeständigen Alkalien haben durchgehends eine nähere Verwandtschaft gegen die Säuren, als das Ammoniak, und sie zersetzen daher die mit diesem bereiteten Neutralsalze, welche man auch mit dem besondern Nahmen **Ammoniaksalze** (salia ammoniacalia) beleget. Das flüchtige Alkali wird durch jene von den Säuren abgeschieden. In den meisten Fällen hat auch die Potasche eine nähere Verwandtschaft zu den Säuren als die Soda.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. I. Halle 1794. 8. §. 324 u. f.

Newtonsches Teleskop s. Spiegelteleskop.

Nichtleiter s. elektrische Körper.

Nickel (Niccolum, Nickel) ist ein eigenes von **Cronstedt** im Jahre 1751 zuerst entdecktes Metall. Das

unter

unter dem Nahmen **Kupfernickel** (cuprum Niccoli) bekannte rothgelbe Erz ward sonst nach **Henkel** und **Cramer** unter die Kupfer- oder Koboltterze gerechnet. **Cronstedt** [α]) zog zuerst aus diesem Erze einen König, welcher von den übrigen Metallen verschieden war, und welchem er den Nahmen **Nickelkönig** oder **Nickel** gab. Da aber dieser König noch sehr unrein war, so gab sich **Bergmann** [β]) sehr viele Mühe, selbigen mehr zu reinigen, und überhaupt seine Eigenschaften und Verhältnisse näher zu bestimmen. Nach der Verschiedenheit der Erze und der Bearbeitung fällt auch dieß Nickelmetall sehr verschieden in seinem Verhalten aus.

Das gereinigte Nickelmetall hat eine graulich weiße Farbe, und einen völlig metallischen Glanz. Es ist sehr zähe und etwas streckbar, daher es nicht zu den Halbmetallen gerechnet werden kann, wohin es **Cronstedt** zählte. Sein eigenthümliches Gewicht ist in Vergleichung mit dem Wasser 9,000 bis 9,333. Der Bruch ist körnig. Es hat weder Geruch, noch Geschmack, und besitzet auch im vollkommen reinen Zustande die Fähigkeit, selbst den Magnetismus zu erhalten.

Zum Schmelzen erfordert es eine desto größere Hitze, je reiner es ist, welche nach **Bergmann** so groß als die ist, wobey das Eisen fließt. Es ist sehr feuerbeständig, und verkalkt sich auch für sich allein sehr schwer. Der Kalk des gewöhnlichen unreinen Königs gibt ein röthlich braunes Glas. Mit dem Boraxe schmelzt aber der reine Nickelkalk zu einem hyacinthfarbenen Glase. Der Nickelkalk läßt sich im Schmelzfeuer mit brennbaren Dingen wieder zum Regulus herstellen. Es geschiehet dieß am beßten, wenn man ihn mit doppelt so vielem schwarzen Flusse zusammenreibet, das Gemenge in einem bedeckten Schmelztiegel

α) Abhandl. der königl. schwedisch. Akad. der Wissensch. auf die Jahre 1751 und 1754. B. 13. S. 293. B. 16.

β) Diss. de Niccolo, resp. *Jo. Afzel Arvidson.* Ups. 1775. 4. in sein. opusc. phys. chem. Vol. II. p. 231. Vol. III. p. 459 f. Vol. IV. p. 459 f.

tiegel oder in einer Probiertute mit Kochsalz bedecket, und vor einem Gebläse bey einem heftigen Feuer schmelzet.

Die Säuren lösen sowohl das Nickelmetall als auch seinen Kalk auf, und man erhält dadurch Salzkrystallen von grüner Farbe. Die feuerbeständigen Alkalien schlagen die Auflösung des schwefelgesäuerten Nickels weißgrün nieder. Ammoniak aber macht diese zuletzt blau, und löset auch, im Ueberflusse zugesetzet, den Niederschlag schön blau auf.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. III. Halle 1795. 8. §. 2657 u. f. f.

Niederschlagung, Fällung (praecipitatio, précipitation) heißt die Scheidung eines aufgelößten Körpers von seinem Auflösungsmittel durch Hülfe eines zugesetzten dritten und zwar in fester sichtbarer Gestalt. Wird nämlich einer Auflösung, welche aus dem Auflösungsmittel a und dem aufgelößten festen Körper b besteht, ein dritter Stoff c zugesetzet, welcher mit a eine nähere Verwandtschaft, als mit b, hat, so wird b abgeschieden und frey werden. Das Auflösungsmittel a, welches den Körper b aufgelöset hatte, ist durch die Verbindung mit c ein neuer gemischter Körper ca geworden, der wegen veränderter Natur b nicht mehr aufgelöset erhalten kann, und nun kömmt dieser wieder zum Vorschein. Er sinkt entweder zu Boden, oder er begibt sich in der Mischung oben auf nach Verschiedenheit seines eigenthümlichen Gewichtes. Nur bloß ein solcher sichtbarer fester Körper allein heißt ein **Niederschlag** (praecipitatum), und zwar im letztern Falle besonders ein **Rahm** (cremor); der Körper c hingegen das **Fällungs-** oder **Niederschlagungsmittel** (praecipitans) z. B.

Auflösung

ca { Essig a — Kreide b
   { Laugensalz c

Es kann die Fällung aber auch so geschehen, daß das Niederschlagungsmittel c mit dem aufgelößten Körper b näher verwandt ist, als das Auflösungsmittel a, und der

neu

neu entstandene Körper cb ein solcher wird, gegen welchen a keine oder keine so starke Verwandtschaft mehr hat, der also als ein Niederschlag oder als ein Rahm sichtbar zum Vorschein kömmt. Z. B.

Auflösung

Essig a Kreide b } cb
Vitriolsäure c } Gyps

Ist die zu trennende Auflösung an und für sich flüssig, so sagt man, die Niederschläge erfolgen **auf dem nassen Wege** (praecipitationes humidae); wird aber die Flüssigkeit erst durch Hülfe des Feuers bewirket, so erfolgen die Niederschläge **auf dem trockenen Wege** (praecipitationes siccae). Im ersten Falle kann der niederschlagende Körper fest oder flüssig seyn. Ein Beyspiel auf trockenem Wege ist das

Bleyglanz

ca { Schwefel a Bley b
Eisen c

Aus diesem Gesagten erhellet, daß bey jeder Niederschlagung nicht allein eine Trennung, sondern zugleich auch wieder eine neue Verbindung vorgehet. Es findet also eine Wahlverwandtschaft Statt, und zwar jederzeit eine doppelte, nie eine einfache, wie verschiedene bey einigen Niederschlagungen glauben. Denn es ist unmöglich, daß eine neue Verbindung vor sich gehen kann, wenn nicht vorher eine Zurückstoßung durch Wärme erfolget ist; es muß daher bey jeder Niederschlagung Wärme wirksam seyn. M. s. **Auflösung.**

Bisweilen löset sich der Niederschlag in dem übrigen Flüssigen wieder auf, besonders wenn die Auflösung viel Wasser enthält, oder er bleibt darin schwebend, und macht bloß die Flüssigkeit trüb, oder er entweicht und verflüchtigt oder verdampft u. s. f. Gleichwohl bleibt der Vorgang eine Niederschlagung, bey welcher man also nicht ein Mahl ein Präcipitat in fester Gestalt suchen darf.

Man unterscheidet ferner die eigentlich so genannten Niederschläge, welche ein niederschlagendes Mittel erfordern, von denen, welche ohne dieses von selbst erfolgen. Jene nennt man **erzwungene** oder **gewaltsame** (praecipitationes coactae), diese **freywillige** (praecipitationes spontaneae), oder **fälschlich genannte Niederschlagungen** (praecip. spuriae). Die letztern geschehen 1) durch Wirkung der Kälte, indem die Sättigung vieler Auflösungsmittel nach der verschiedenen Temperatur verschieden ist, oder 2) durch allmählige Verdunstung des Auflösungsmittels; oder dadurch 3) daß ein Bestandtheil der Auflösung verfliegt, der als aneignendes Verwandtschaftsmittel die übrigen Theile verband, oder 4) durch zu große Verdünnung und Schwächung des Auflösungsmittels. Bey genauerer Untersuchung finden wir auch, daß feinere unsichtbare Stoffe hier in allen diesen Fällen als niederschlagende Mittel wirken. Denn im ersten Falle erfolget der Niederschlag durch Entweichung des Wärmestoffs, der die nähere Verbindung anderer Stoffe durch seine Zurückstoßung hinderte; im zweyten Falle verbindet sich dieser Stoff mit dem Auflösungsmittel selbst, und verwandelt es in Dunst; beym dritten ist mehrentheils die Luft wirksam; im letztern Falle aber wirkt das zugesetzte Wasser als Niederschlagungsmittel selbst.

Die Niederschläge sind entweder ein einfacher Bestandtheil der vorigen Auflösung, oder ein neuer zusammengesetzter Körper, und es läßt sich nach der Wahl der Fällungsmittel ein Körper aus einerley Auflösungsmittel unter sehr mannigfaltigen Gestalten niederschlagen.

Die Niederschlagung ist der Auflösung entgegengesetzet, aber beständig wieder mit einer oder mehreren neuen Auflösungen verbunden, wodurch neue Körperarten erzeuget werden. Man kann also die Niederschlagungen mit den Auflösungen als die wichtigsten chemischen Operationen betrachten. Denn vermittelst derselben werden nicht nur aus natürlichen Körpern Bestandtheile dargestellet und erhalten, und folglich die Natur und Mischung derselben erforschet; sondern

es

es werden auch diese Bestandtheile selbst sehr nützliche Stoffe, die uns im gemeinen Leben in vielen Fällen zu Statten kommen; ferner werden auch die abgeschiedenen Stoffe durch das Niederschlagen oft von andern ihnen vorher beygemischten fremdartigen Theilen gereiniget, theils auch zu ganz neuen Körpern, deren Natur und Beschaffenheit uns auf die Mischung des vorigen Körpers schließen läßt. Endlich sind die Niederschlagungen die vorzüglichste Quelle der Erfahrungen, wie selbst die Natur bey den meisten Erzeugungen und Veränderungen der verschiedenen Körper zu Werke gegangen ist, daher sie der Physiker zur Erklärung unzählbarer Phänomene nöthig hat.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. I. Halle 1794. 8. §. 79 u. f.

Niedersteigende Knoten s. **Knoten.**

Niedersteigende Zeichen s. **Zeichen.**

Nivelliren s. **Wasserwägen.**

Nördliche Abweichung, Breite, Halbkugel u. s. f. s. **Abweichung, Breite** u. f.

Nord, Norden s. **Mitternachtspunkt.**

Nordlicht, Nordschein (aurora borealis, lumen boreale, aurore boreale, lumière boreale) ist eine feurige Lufterscheinung, welche sich in den kältern Gegenden in Norden am Horizonte sehen läßt, und aus einem starken oft hochrothen Lichte besteht, woraus helle Lichtstrahlen herauffahren, welche zuweilen bis an das Zenith reichen, zuweilen aber auch noch weiter nach Süden gehen. Die Nordlichter nehmen gewöhnlich ihren Anfang gleich nach Sonnenuntergang oder doch wenigstens nicht lange darnach, selten entstehen sie nach Mitternacht oder des Morgens; die stärksten ereignen sich gleich nach der Abenddämmerung. Sie dauren aber oft eine kurze Zeit, oft aber auch die ganze Nacht hindurch oder mehrere Nächte nach einander. Zuerst erblickt man gegen Mitternacht einen dunkeln Nebel, welcher die Gestalt eines Segmentes von einem Kreise annimmt, dessen Bogen mit einem weißlichen Lichte schimmert,

 so

so wie man oft bey neblichtem Himmel um den Mond dergleichen helle Kreise sieht; oft erblickt man auch mehrere dergleichen concentrische Bogen, durch deren Zwischenräume man das Dunkele gewahr wird. Aus diesem dunkeln Nebel steigen Lichtstreifen von verschiedener Farbe hervor, welche oft plötzlich wieder vergehen, oft aber nur allmählig abnehmen, so daß man in ihnen keine beständige Bewegung wahrnimmt. Die ganze Erscheinung wird nach und nach heller, und es verbreitet sich eine helle zitternde Lichtmasse, wobey das Herauffahren der hellen Lichtstreifen häufiger wird. Diese Strahlen zertheilen sich oft in helle Wölkchen, und bilden zuweilen im Zenith, zuweilen aber auch in einer Entfernung von ihm so zu sagen Kuppel, welche mit den schönsten rothen, blauen und grünen Farben spielen. Diese Erscheinung wird hierauf gewöhnlich schwächer und ruhiger, jedoch geschiehet dieß nicht auf ein Mahl, sondern mit häufigen Abwechselungen, wobey sich alle vorige Phänomene, Lichtsäulen, zitternde Lichtmasse u. dergl. erneuern. Endlich hört aber die Bewegung allmählig auf, das Licht zieht sich mehr gegen den nördlichen Horizont zusammen, und bleibt daselbst ruhig; das dunkele Segment zerstreuet sich, und es bleibt nichts weiter zurück, als eine starke Helligkeit am nördlichen Horizonte, die nach und nach auch verschwindet, oder sich in die Morgendämmerung verliehret.

So hatte der Herr **von Mairan** ein vollständiges Nordlicht am 19ten Octob. 1726, welches in ganz Europa gesehen wurde, beobachtet. In den meisten Fällen aber kann man nur einzelne Theile der ganzen vollständigen Erscheinung wahrnehmen, wiewohl das dunkele Segment, der helle Bogen und die hellen aufsteigenden Luftsäulen beynahe alle Mahl erscheinen. **Musschenbroek** *) gibt noch mehrere Beschreibungen dieses feurigen Phänomens.

Um von dieser Erscheinung gehörig urtheilen zu können, ist es nöthig, sie in einer größern Nähe zu beobachten. In den kältern Gegenden gegen Norden hin sind die Nordlichter

*) Introduct. ad philos. natur. §. 2496 sq.

lichter nicht nur häufiger sondern auch stärker, und zuverlässiger zu beobachten. Eine Beschreibung eines solchen Nordlichtes gibt der Herr von **Maupertuis** [α]). Auch **Gmelin** [β]) beschreibet die Nordlichter im nördlichen Sibirien auf folgende Art: er sagt, sie fangen mit einzelnen glänzenden Säulen an, die sich in Norden, und fast zu gleicher Zeit in Nordwesten erheben. Sie nehmen nach und nach zu, bis sie einen großen Theil des Himmels bedecken. Sie schießen von einem Orte zum andern mit unglaublicher Geschwindigkeit, und verbreiten sich zuletzt über den ganzen Himmel bis zum Scheitelpunkte. Alsdann sieht man die Lichtströme sich in dieser Höhe vereinigen, wodurch der Himmel einen solchen Glanz erhält, als wenn er mit einer ungeheueren von Rubinen und Sapphiren funkelnden Decke bekleidet wäre. Man kann nichts prächtigers mahlen, noch sich vorstellen; allein man sieht dieses herrliche Schauspiel zum ersten Mahle auch nicht ohne Entsetzen. Denn diese übrigens so durchsichtige ungeheuere Erleuchtung ist nach Versicherung mehrerer Personen mit einem so heftigen Zischen, Platzen und Rollen verbunden, daß es scheinet, als hörte man das oft wiederhohlte Knallen des allergrößten Feuerwerks. Um dieses schreckliche Getöse auszudrücken, bedienen sich alsdann die Einwohner eines Ausdrucks, der so viel heißt, als, der rasende Geist geht vorüber. Die Jäger, welche die blauen und weißen Füchse an den Ufern des Eismeeres verfolgen, werden oft von diesen Nordlichtern überfallen, und ihre Hunde erschrecken alsdann so sehr, daß sie sich auf die Erde niederlegen, und daß es ganz unmöglich ist, sie von der Stelle zu bringen, bis dieses Getöse sich endiget. Diese Lufterscheinung hat gewöhnlich heiteres und stilles Wetter zur Folge. Ich habe diese Nachrichten nicht von einer einzelnen Person, sondern von einer großen Menge von Menschen, welche viele Jahre in diesen Gegenden zwischen dem Jenisey und der Lena zugebracht

 haben,

α) Oeuvres *de Maupertuis*. Lyon 1768. 8. Tom. III. p. 155.
β) Philosoph. Transact. Vol. LXXIV. for 1784.

haben, so daß man gar nicht daran zweifeln kann. Dieses Land scheinet das Vaterland der Nordlichter zu seyn. Noch einige Beschreibungen merkwürdiger Nordlichter haben der Abbé **Harvieu** [α]) und M. **Wilkens** [β]) gegeben.

Von 224 Nordlichtern, die **Celsius** [γ]) in Upsal von 1716 bis 1732 gesehen hat, ist nur der sechste Theil in Frankreich in diesem Zeitraume bemerket worden. Noch seltener erscheinen sie in Italien, und das südlichste Land, wo man bis hierher ein Nordlicht mit einiger Gewißheit wahrgenommen hat, ist Portugall, wo unter 37° nördlicher Breite die große Erscheinung vom 19ten Octob. 1726, die man in ganz Europa bemerkte, gesehen wurde.

Es zeigen sich die Nordlichter rings um den Nordpol der Erde. Es wurden die vom 16ten Febr. 3 und 19ten Apr. 1750 in Schweden und zugleich von **Kalm** in Nordamerika 90° weiter westwärts gesehen. Daraus scheint zu folgen, daß der helle Bogen, welcher nordwärts erscheinet, den Nordpol der Erde, wie einen Ring, in der Höhe umgebe. Doch scheint der Pol nicht der Mittelpunkt von diesem kreisförmigen Ringe zu seyn, weil gemeiniglich die größte Höhe des Bogens mehr westwärts fällt. Von dieser Abweichung nach Westen scheinet es herzurühren, daß die Nordlichter in Amerika häufiger als in Europa gesehen werden; nach **Kalms** Beobachtungen hat auch wirklich Pensylvanien weit mehr Nordlichter als Spanien, obgleich beide Länder unter einerley geographischen Breite liegen.

Die Nordlichter zeigen sich, in manchen Jahren selten oder gar nicht, in manchen aber desto häufiger. Man findet im Alterthume wohl feurige Lufterscheinungen angeführet, welche man für Nordlichter halten könne; allein sie sind nicht deutlich beschrieben, weil Griechenland und Italien zu weit südwärts liegen, und aus den nördlichen Ländern

α) Journal. de phys. Juin 1790. p. 440. übers. in Grens Journ. der Physik B. III. S. 495 f.
β) Grens Journal der Physik B. III. S. 505 u. f.
γ) Obseruationes de lumine boreali. Norimb. 1733. 4.

dern keine Nachrichten vorhanden sind. **Aristoteles** [α]) beschreibet dunkele Schlünde (χασματα) und feurige Säulen (δοκους) von Purpur-hellrother und blutrother Farbe, welche dem dunkeln Segmente und den hellen Lichtstreifen des Nordlichtes ähnlich sind. Mehrere römische Schriftsteller erwähnen der Fackeln und Erscheinungen eines brennenden Himmels, als **Plinius** [β]), **Seneka** [γ]) u. a. m.

Der Herr **von Mairan** hat in seiner Schrift von dem Nordlichte die seit dem Jahre 400 nach Christi Geb. vorhandenen gewissern Nachrichten von diesem Phänomene gesammelt und bekannt gemacht. Es erhellet daraus, daß die Nordlichter in gewissen Jahren und in gewissen Jahrhunderten weit häufiger, als in andern, gewesen sind; allein man kann in dieser Rücksicht noch nichts Bestimmtes sagen, weil man vor eben nicht zu langer Zeit erst angefangen hat, genaue Beobachtungen über diese Arten von Erscheinungen anzustellen. **Halley** [δ]) sagt von dem vom 6ten März 1716 wahrgenommenen Nordlichte, es sey dieß das erste gewesen, das er gesehen habe, ob er gleich ein fleißiger Beobachter des Himmels, und damahls schon 60 Jahr alt war.

Uebrigens erscheinen die Nordlichter zu allen Jahreszeiten, am häufigsten aber nach der Herbst- und vor der Frühlingsnachtgleiche. **Mairan** hat 229 beobachtete Nordlichter den Monathen nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Septemb.	34
Februar	27	Juni	5	Octob.	50
März	22	Juli	7	Novemb.	26
Aprill	12	Aug.	9	Decemb.	15

Es ist mit einer gewissen Schwierigkeit verbunden, Parallaxen des Nordlichtes zu messen, um daraus seine Höhe über der Erdfläche zu bestimmen, weil zwey verschiedene

α) Meteo. L. I. c. 4. 5.
β) Histor. natur. L. II. c. 26. 27.
γ) Quaest. natur. L. I.
δ) Philosoph. transact. n. 347.

Beobachter an entfernten Orten von einander nie versichert seyn können, ob sie eine und die nämliche Stelle der Erscheinung getroffen haben. Indessen erhellet es leicht schon daraus, daß dieß Phänomen in einer beträchtlichen Höhe über der Erdfläche sich zeiget, weil diese nämliche Erscheinung zu gleicher Zeit auf einem so großen Theile der Erdfläche sichtbar ist. Daraus haben sogar einige schließen wollen, daß die Nordlichter noch über der Atmosphäre unserer Erde hinaus liegen, und eigentlich nicht zu den Lufterscheinungen gehörten, besonders da sie in keiner gewissen bestimmten Verbindung mit der Witterung zu stehen schienen. Allein neuern Beobachtungen zufolge scheinet es doch, als ob die Nordlichter einigen Einfluß auf die Witterung hätten, indem gewöhnlich heiteres und stilles Wetter darauf erfolget. Herr **Mairan** hat aus Beobachtungen der Höhen des lichten Bogens am 19ten Octob. 1726, welche **Godin** zu Paris 37°, der Cardinal **Polignac** zu Frescati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe der lichten Erscheinung auf 266¾ französ. Meilen (25 auf einen Grad) berechnet. Herr **Mairan** hat hieraus sogar geschlossen, daß die Höhe der Atmosphäre wenigstens 300 französische Meilen betrage. M. s. **Luftkreis**. Am 15ten Febr. 1730 hat man in Genf und in Montpellier ein Nordlicht beobachtet, und die Höhe desselben auf 160 französ. Meilen berechnet. Noch ein anderes Nordlicht sahe man am 8ten Octob. 1731 in Kopenhagen und in Breuillepont nahe bey Evreux, und folgerte aus den Beobachtungen, daß es in einer Höhe von 250 französischen Meilen seyn müßte. **Bergmann** [α]) setzt die Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen auf 150 schwedische Meilen.

Auch hat man Verbindungen des Nordlichtes mit der Elektricität und dem Magnetismus wahrnehmen wollen. Einige hierher gehörige Beobachtungen führt **Winkler** [β]) an.

α) Von der Höhe des Nordlichtes, in den schwedisch. Abhandl. 1764. der deutsch. Uebersetz. S. 200 f.

β) Progr. conjectura de vi electrica vaporum solarium in lumine boreali. Lips. 1763. 4.

an. In Rücksicht der Elektricität wollen zwar **Bergmann** [α]) und **Cavallo** [β]) gar keinen Einfluß des Nordlichtes auf die Luftelektricität bemerket haben; Herr **Böckmann** [γ]) in Carlsruhe aber hat inzwischen beym Nordlichte vom 28 Juli 1783 starke Veränderungen an seinem Elektrophor bemerket, und **Volta** führet in den Abhandlungen über den Condensator der Elektricität [δ]) an, daß er durch dieses Werkzeug am 28 Jul. 1780 bey einem Nordlichte die Elektricität weit stärker, als gewöhnlich gefunden habe. In Rücksicht des Magnetismus haben **Celsius** und **Hjorter** [ε]) zuerst wahrgenommen, daß sich die Abweichung der Magnetnadel beym Nordlichte merklich verändere, und gleichsam hin und her zu schwanken scheine. **Winkler** [ζ]) hat ebenfalls hiervon einige Beobachtungen gesammelt. Der P. **Hell** hat jedoch im Jahre 1769 in Wardhus keinen Einfluß des Nordlichtes auf den Magnet bemerket, und der Herr **van Swinten** [η]) sogar ähnliche Schwingungen beym Nordlichte an messingenen Nadeln wahrgenommen. Dagegen hat Herr **Hemmer** [ϑ]) bey einem Nordlichte am 22 Octob. 1788 eine sehr schnelle und starke Störung der Magnetnadel bemerket.

Die Meinungen der Naturforscher über dieses merkwürdige Phänomen sind sehr verschieden. Anfänglich hielt man es für entzündliche oder wenigstens für phosphorische Dünste, welche aus der Erde in die Atmosphäre aufsteigen und sich daselbst entzündeten. Dieß nehmen beynahe alle ältere Physiker an, nur mit dem Unterschiede, daß einige die Aus-

α) Philosoph. transact. Vol. LII. P. 2.
β) Vollständige Abhandl. der Lehre der Elektricität a. d. Engl. B. I. Leipz. 1797. S. 34'.
γ) Göttingisch. Magazin d. Wissensch. u. Litterat. Jahrg. I. S. 217.
δ) In Rozier Journ. de physique.
ε) Schwedisch. Abhandl. für 1747. und 1750.
ζ) Progr. de commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipf. 1767. 4.
η) Recueil des mémoires sur l'analogie de l'electricité et du magnetisme, à la Haye 1784. III Vol. 8.
ϑ) Commentat. Acad. soc. Theod. Palati. Vol. VI. Manhe. 1790. 4. p. 317. und in Grens Journal der Physik B. V. S. 88.

dünstungen für Schwefel und Salpeter, andere aber überhaupt für etwas Entzündliches und Leuchtendes halten; sie behaupten jedoch alle, daß diese Erscheinung ein wirkliches atmosphärisches Phänomen unserer Erde sey, und **Muschenbroek** führet noch den Grund an, weil das Segment wie eine gewöhnliche Wolke aussehe, der Bewegung der Erde folge, bisweilen eine sehr große Parallaxe zeige, und ein Geräusch hören lasse. Dagegen aber zeiget **Mairan**, daß das Nordlicht keinesweges aus irdischen Dünsten herrühren könne 1) wegen seiner großen Höhe, 2) wegen den langen Unterbrechungen, denen doch der Regen, der Schnee, der Donner, die Höfe und die Nebensonnen u. dergl. nicht ausgesetzet sind, 3) wegen den Erscheinungen selbst besonders wegen der beständigen Stellung gegen Norden, welche sich aus den Dünsten gar nicht herleiten läßt, indem diese in den südlichen Ländern weit häufiger sind, 4) wegen den Monathen, in welchen die Nordlichter am seltensten sich ereignen, und in welchen gerade die mehresten Dünste aufsteigen. **Peyroux de la Coudreniere** [α]) und **Cramer** [β]) haben behauptet, daß das Nordlicht aus der Entzündung der inflammablen Luft entstehe. Selbst **Kirwan** [γ]) hält die Nordlichter für eine durch die Elektricität bewirkte Verbrennung der brennbaren Luft, welche zwischen den Wendekreisen durch Fäulniß thierischer und vegetabilischer Stoffe, durch Vulkane u. s. f. erzeuget werde, und wegen ihrer großen Leichtigkeit in die höchsten Gegenden der Atmosphäre sich begebe. Da nun die höchste Luft zwischen den Wendekreisen an beiden Seiten gegen den Pol hinströmet, so hält **Kirwan** dafür, daß dasjenige, was hierdurch den Polargegenden zugeführet werde, aus brennbarer Luft bestehe, und daß diese durch Elektricität entzündet werde. Daß durch die Nordlichter eine wirkliche Verminderung der Luftmasse erfolge,

α) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. I. St. 1. S. 10.

β) Ueber die Entstehung der Nordlichter. Hildesheim 1785. 8.

γ) Transact. of the royal Irish Academy Tom. II. 1783. 4. übers. in Grens Journal der Physik. B. V. S. 87 u. f.

erfolge, beweiset er daraus, weil das Barometer gemeiniglich nach demselben herabfalle; daher denn auch starke und gewöhnlich Südwinde darauf erfolgen, welches alles eine Verdünnung der Luft in den Polargegenden anzeige. Allein außer den von **Mairan** angegebenen Gründen stehen dieser Meinung entgegen 1) die Erfahrungen, daß in der Atmosphäre nie eine so große Menge brennbarer Luft, als zu den Nordlichtern erforderlich wäre, angetroffen wird, 2) daß das aus der Fäulniß thierischer und vegetabilischer Substanzen erzeugte brennbare Gas viel zu schwer ist, um sich zu einer so beträchtlichen Höhe erheben zu können, und 3) daß die Entzündung der brennbaren Luft durch Elektricität nie anders als durch einen Funken erfolgen kann, und daher jedes Nordlicht Blitze und Gewitter voraussetzet.

Einige glauben, es sey das Nordlicht eine bloße optische Erscheinung, welche vom Lichte herrühre, das die Schneewolken und Eisberge am Nordpol in der Luft von der Sonne und dem Monde reflektirten. Dieser Meinung setzt **Mairan** entgegen: man mache dadurch das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, welche sich immer zeigen und nach den Gesetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müsse; auch sey man genöthiget, bey der Höhe des hellen Bogens in unsern Ländern, 300 französ. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken anzunehmen, welche das Licht reflektirten, durch diese würde man die Sterne nicht sehen können, wie durch den Schimmer des Nordscheines; die Höhe des Bogens richte sich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müßte dieser Meinung zufolge unten am stärksten seyn, wo man doch das dunkele Segment gewahr werde; endlich könne man das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebst den besondern Umständen des Nordlichtes dadurch gar nicht erklären. Gleichwohl hat der P. **Hell** a) diese Meinung, daß das Nordlicht eine optische Erscheinung sey, wieder angenommen, welcher bey seinem Aufenthalte zu Wardhus

a) Aurorae borealis theoria noua in append. ad ephemerides astron. ann. 1777.

hus in Norwegen im Jahre 1769 das Nordlicht zum Hauptgegenstande seiner Beobachtungen gemacht hatte. Er suchet die Erscheinung des Nordlichtes durch Eistheilchen mit platten Flächen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden der Atmosphäre bis auf eine beträchtliche Höhe schweben, und welche das Licht der Sonne und des Mondes sehr viel Mahl zurückwerfen sollen. Auch Herr **Hube** [α]) hält die langen vom Horizonte aufsteigenden Strahlen, die lodernden und wallenden Flammen, die hellen Bogen und mehrere andere Erscheinungen der Nordlichter größtentheils für bloße Bilder, welche durch die Brechung und Zurückwerfung des Lichtes in einer mit gefrornen Dünsten angefüllten Atmosphäre erzeuget werden. Denn, er sagt, man hat bey großen Nordlichtern häufig solche zum Theil länglicht runde Bogen gesehen. Dergleichen oft auch bey Tage sich um die Sonne zeigen, und aus diesen schossen, wenn sie nahe am Horizonte waren, häufige Strahlen [β]). Nun gibt jedermann zu, daß die Bogen um die Sonne kein wirkliches Feuer sind, sondern durch die Brechung des Lichtes in der Atmosphäre entstehen. Folglich müssen auch die Bogen der Nordlichter, wenigstens zum Theil, einen ähnlichen Ursprung haben. Ferner pflegt die untergehende Sonne vor großen Nordlichtern häufige, sehr große und sehr helle Lichtstreifen in Westen zu zeigen, und diese beweisen, daß alsdann in der Atmosphäre ähnliche Streifen auch durch andere Arten von Licht erzeuget werden können. So ist auch der Eisblink ein von der mit gefrornen Dünsten angefüllten Atmosphäre der kalten Länder zurückgeworfenes und oft sehr starkes Licht. Endlich scheinet oft, besonders im Winter, wenn es schneyen will, der Himmel beym Untergange und Aufgange der Sonne zu brennen; ja es zeigen sich alsdann an ihm, wenn es irgendwo in der Ferne brennt, Strahlen, welche denen des Nordlichtes sehr ähnlich sind

α) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre B. I. Leipz. 1793. 8. 60 Brief S. 467.

β) Acta eruditor. Lips. ann. 1716. p. 363.

sind *). Außerdem lehret die Erfahrung, daß eben dasselbe Nordlicht von verschiedenen Orten allezeit auf eine verschiedene Art erscheinet, ja daß es oft bey klarem Himmel an einem Orte gesehen wird, an dem andern aber nicht, ungeachtet beide Oerter nur einige Meilen von einander entfernet sind. Wie wäre dieß möglich, wenn nicht die vornehmsten Erscheinungen der Nordlichter bloß von der Beschaffenheit der Dünste in der Atmosphäre, und von der Art, wie sie das Licht zurückwerfen und verändern, abhingen? Hieraus begreift man auch, warum wir nur von einem solchen Lichte, welches nahe am Horizonte ist, lange Strahlen erhalten. — So viel auch alles dieß zu erklären scheinet, so bleibt es doch immer noch unbegreiflich, daß die gefrornen Dünste so hoch in der Atmosphäre schweben sollen, als erforderlich ist, und wie durch sie die Fixsterne gesehen werden können.

Halley β) leitet das Nordlicht vom Jahre 1716 von einem magnetischen Ausflusse aus den nördlichen Polen der Erde ab, welcher bey seinem Aufsteigen dicht und sichtbar sey, gegen den Aequator hin sich zerstreue, und alsdann wieder sammle, um in den Südpol einzudringen. Den Grund dieser seiner Behauptung nimmt er davon her, weil damahls die Abweichung des Bogens vom Mitternachtspunkte westlich, und beynahe der Abweichung der Magnetnadel gleich war. Außerdem führt er noch eine andere Meinung an, wie das Nordlicht entstehen könne; nach ihm hat nämlich die Erde einen besondern Kern, und wir bewohnen nur die äußere Rinde. Vielleicht sey auch der Kern bewohnet, und da die Sonne selbigen nicht beleuchten kann, so hält sich zwischen Kern und Rinde eine eigene leuchtende Materie auf, von welcher bisweilen etwas durch unbekannte Oeffnungen an den Polen, wo die Rinde am dünnsten ist, ausströmet, und das Nordlicht verursachet.

Der

*) Commentat. Petropolit. Tom. I. p. 361.
β) Philosoph. transact. — 347.

Der Herr von **Mairan** a) hat eine ganz eigene Hypothese von der Entstehung des Nordlichtes aufgestellet. Er hält nämlich das so genannte Zodiakallicht für die Sonnenatmosphäre. M. s. **Atmosphäre der Sonne.** Wenn daher die Atmosphäre unserer Erde in die Grenzen der Sonnenatmosphäre oder des Zodiakallichtes eintritt, so behauptet alsdann **Mairan**, daß das Nordlicht aus der Vermischung beider Atmosphären entstehe. Die Theile der Sonnenatmosphäre, welche der Erde nahe genug kommen, fallen in der Erdatmosphäre herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde getrieben, wo kein Schwung Statt findet, und bleiben in den höchsten Regionen der Atmosphäre schweben, wo sie mit der daselbst befindlichen Luftmasse gleiche specifische Schwere haben. Die niedrigern Gegenden enthalten die gröbern dunkeln Theile, welche das dunkele Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf den die Lichtsäulen aufstehen. Ueber diesen schwebt der feinere Stoff, welcher entweder an sich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft entzündet ist. Alles dieß erfolget in einer beträchtlichen Höhe über der Erdfläche, daher auch das Licht noch sehr weit vom Nordpole wahrgenommen werden kann. Die westliche Abweichung des Bogens erkläret er auf diese Art: weil die Umdrehung der Erde von Westen gegen Osten erfolget, so trete die Abendgegend der Atmosphäre am spätesten in das Zodiakallicht ein. Auf der Morgenseite hat der feine Stoff bereits den ganzen Tag über Zeit gehabt, sich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu begeben, gegen Abend zu aber ist er noch in großer Menge und in voller Bewegung, daher erscheinet das Licht mehr westwärts. Daraus erkläret **Mairan** sehr umständlich die Entstehung des dunkeln Segmentes, des lichten Bogens,

a) Traité physique et historique de l'aurore boreale; in den mémoir. de Paris 1731. auch besonders Paris 1733. 4. und sehr vermehrt 1754. 4. ingl. eclaircissemens sur le traité physique et histor. etc. p. M. *Mairan*; in den mémoir. de Paris 1748. p. 363.

Bogens, der aufschießenden Lichtsäulen, der zitternden Lichtmasse, der bunten Kuppel am Zenith u. s. f. Hierauf gibt er eine Darstellung von der Lage des Sonnenäquators, und der Atmosphäre um denselben gegen die Erdbahn, zeiget hieraus, zu welchen Jahreszeiten die Erde der Sonnenatmosphäre am nächsten komme und sich am meisten in sie einsenken könne, und findet, daß dieß gerade in denjenigen Monathen erfolget, worin man die mehresten Nordlichter beobachtet hat. Zuletzt zeiget er aus den Beobachtungen des Zodiakallichtes, daß sich die Sonnenatmosphäre bald erweitere, bald zusammenziehe, daher auch die Erde bey manchen Umläufen auf sie treffen, bey andern sie verfehlen könne. Daraus leitet er die langen Untersuchungen der Nordlichter ab, indem er zeiget, daß gerade dieselben in den Jahren nicht da waren, wo man das Zodiakallicht entweder gar nicht oder nur schwach hat wahrnehmen können.

Mairan's Hypothese hat zu seiner Zeit viel Anhänger gefunden. Allein **Euler** [a]) und **d'Alembert** [b]) haben erhebliche Zweifel dagegen angeführet, wiewohl **Mairan** die eulerischen auf eine glückliche Weise zu widerlegen gesuchet hat. Gleichwohl werden sich jetzt noch wenige Physiker finden, welche dieser Meinung zugethan sind. **Euler** hält dafür, daß die Entstehung der Nordlichter eben die Ursache habe, wie die der Knotenschweife; es soll nämlich von dem Stoße der Sonnenstrahlen gegen die Atmosphäre der Erde herrühren. Es würde dieser Stoß der Erde ebenfalls einen Schweif geben, wenn ihre Atmosphäre aus einem eben so feinen und aufgelößten Stoffe bestünde, als um die Kometen sich findet. Gleichwohl wird dadurch die obere Luft in einige Bewegung gesetzet, und vorzüglich um die Pole, auf welche die Sonne ein halbes Jahr hindurch unaufhörlich wirket.

Noch andere glauben, es entstehe dieses Phänomen aus einer jähling abwechselnden Bindung und Entbindung des Licht-

a) Mémoir. de l'Academ. de Prusse. 1746.
b) Opuscules mathemat. Tom. VI. p. 333.

Licht- und Wärmestoffs, oder aus einer augenblicklichen Zersetzung und gleich darauf folgenden Zusammensetzung des Licht- und Wärmestoffs in den höhern Gegenden der Atmosphäre.

Nachdem man endlich den Blitz als ein elektrisches Phänomen erkannt hatte, so fing man auch an, das Nordlicht als eine elektrische Erscheinung zu betrachten, deren Leuchten in einer sehr verdünnten Luft mit den Strahlen des Nordlichtes so viele Aehnlichkeit hat. Wenn man nämlich eine von Luft befreyete Glasröhre oder Glaskugel u. s. f. gegen den elektrisirten ersten Leiter einer Elektrisirmaschine bringt, so wird der innere von Luft leere Raum mit einem strahlichten Lichte erfüllt erscheinen, gerade wie es bey der Erscheinung eines Nordlichtes wahrgenommen wird. **Canton** [α]), welcher diesen Versuch zuerst angestellet hat, wirft dabey noch die Frage auf, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus positiven Wolken in negative, durch den obern Theil der Atmosphäre sey? Während der Erscheinung der Nordlichter sammelte er durch seinen Apparat eine Menge Luftelektricität, und glaubte, dergleichen zur Nachtzeit nie anders als bey Nordlichtern zu finden. Die Ursache hiervon sucht er in einer plötzlichen Erwärmung der Luft durch die Erdfläche [β]). Auch **Beccaria** [γ]) betrachtete das Nordlicht als ein sichtbares Ueberströmen der Elektricität. Ueberhaupt wurde die Meinung, daß der Nordschein ein wahres elektrisches Phänomen sey, so allgemein angenommen, daß **Priestley** sagt, er glaube nicht, daß seitdem irgend jemand an ihrer Wahrheit gezweifelt habe. Der erste, welcher darüber eine Theorie entworfen hat, ist **Eberhardt** [δ]) gewesen. Dieser glaubt, daß die Sonnenstrahlen, welche auf den obern Theil der Polarluft fallen, dieselbe noch nicht erwärmen können; vielmehr wird sie dadurch

α) Philosoph. transact. Vol. XLVIII. P. I. p. 356. 358.

β) Philosoph. transact. Vol. LI. P. I. p. 403.

γ) Lettere del elettricismo. Bologna 1758. 4 maj. p. 272.

δ) Hallische Intelligenzblätter von 1758. Num. 49. und nachher in seinen vermischten Abhandlungen aus der Naturlehre u. s. f. Halle 1759. 8. Th. I. S. 130.

durch nur erschüttert, und ihre Elektricität erreget, welche sich in diesen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich stark zeiget. Auch **Bertholon de St. Lazare** hat eine auf ähnlichen Gründen beruhende Theorie entworfen, und im Jahre 1777 der Akamie zu Montpellier vorgelesen. Seine Abhandlung befindet sich beym **Rozier** [α]), woraus Herr **Lichtenberg** [β]) einen Auszug mittheilet, und zugleich Anmerkungen hinzusetzet. Er setzet den Grundsatz fest, daß man eine desto größere Menge Elektricität antreffe, je höher man in der Atmosphäre über der Erdfläche komme. Auch glaubt er, daß das Licht desto heller sey, je stärker der Dunstkreis ableite; allein dabey bemerket Herr **Lichtenberg**, wenn dieß seine Richtigkeit hätte, so müßte sich über jedem Gewitter oder Regen zur Nachtzeit ein Nordlicht zeigen. Uebrigens hält er dafür, daß die aufschießenden Strahlen auf den hellen Bogen senkrecht stehen, und bloß aus optischen Gründen zu divergiren scheinen.

Franklin [γ]) macht sich von der Entstehung der Nordlichter folgende Vorstellung. In den obern Gegenden des Luftkreises strömt durch einen Luftzug die erwärmte Luft der heißen und gemäßigten Zonen unaufhörlich nach den Polargegenden, und bringt Wolken mit sich, die in die Gegend der Pole Elektricität überführen. In den warmen Ländern wird derjenige Theil der Elektricität, welcher durch Regen u. s. f. hervorgebracht wird, sehr leicht von der Erde abgeleitet; in den kalten Gegenden hingegen kann diejenige Elektricität, welche durch den Schnee herabfällt, wegen der starken Eisrinde, die kein Leiter ist, nicht so leicht von der Erde abgeleitet werden. Demnach wird die daselbst angehäufte Elektricität wieder in die Höhe steigen, sich einen Weg durch die Atmosphäre, welcher bey den Polen sehr niedrig

α) Journal de physique 1778.
β) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. I. St. 1. S. 143 f.
γ) *Rozier* Journ. de physique Juin 1779. und in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 2. S. 249.

niedrig ist, machen, in den luftleeren Raum übergehen und sich da in Richtungen, welche wie die Meridiane divergiren, wieder nach dem Aequator wenden. Auf diese Art muß sie da, wo sie die größte Dichtigkeit besitzet, sichtbar seyn, bis sie endlich in den gemäßigten Ländern in die Luft oder Erde übergehet. Daraus ließen sich alle Erscheinungen erklären. Im Sommer ist das Nordlicht weniger bemerkbar, weil das Eis wärmer und ein besserer Leiter ist. Die verdichtete Polarluft selbst würde als ein dunkeler Kreis oder vielmehr als ein dunkeles Segment davon erscheinen; und weil die divergirenden Strahlen in der Nähe der Leiter wieder convergirend werden, so würden daraus die mannigfaltigen Figuren der Lichtstreifen begreiflich. Die im Zenith gebildeten farbigen Kuppel würden durch positiv elektrische Stellen veranlasset.

Auch nach Herrn **Hube** sind die ersten Quellen des Lichtes, aus welchen die Atmosphäre jene Phantome von Strahlen, Bogen, Streifen u. s. f. bildet, unfehlbar aus stark elektrisirten Nebeln und Wolken abzuleiten, aus deren obern Fläche die elektrische Materie auf eine sichtbare Art ausströmet. Dieses beweiset die starke Elektricität, welche man oft bey Nordlichtern in der Atmosphäre findet, und das Geräusch oder Knallen, welches man alsdann oft, besonders in sehr kalten Ländern, in der Luft höret, wie bey den von **Gmelin** beschriebenen sibirischen Nordlichtern Statt fand. Ferner beweisen es die wirklichen Blitze, welche man bey großen Nordlichtern oft in dem erleuchtenden Theile des Himmels gesehen hat; am meisten aber die Gewitter, welche sich zuletzt in Nordlichter verwandeln. Herr **Hube** hat dergleichen selbst beobachtet, und kann daher um desto gewisser behaupten, daß zuweilen Gewitterwolken, welche gegen Abend nach Norden zu fortgetrieben werden, beym Anfange der Nacht Nordlichter verursachen, unfehlbar weil sie sich so hoch heben, daß sie sich ihrer Elektricität nur von oben entladen können. Solche Gewitterwolken schleudern nicht nur Strahlen und Lichtstreifen in die Höhe, sondern

sie

sie veranlassen auch oft helle Bogen, die von Osten nach Westen fortgehen. So beobachtete Herr **Oertel** *) folgende merkwürdige Erscheinung: am 13ten May 1787 zog über Ronneburg gegen Abend ein Gewitter aus Westen nach Osten, und fing erst zu blitzen an, nachdem es schon über das Zenith hin tiefer an den Horizont gerückt war. Gleich hinter demselben wurde der Himmel wieder hell, und es zogen nur noch einige ganz kleine Flecken von schwarzen Wolken nach. Aus den Gewitterwolken, welche sich etwa 40° hoch über dem Horizonte aufgethürmet hatten, sahe man besonders aus den obersten Schichten zu drey verschiedenen Mahlen den Bliß 4 bis 5° hoch am blauen Himmel, wo nicht eine Spur von Wolken war, aufwärts fahren, nach welchen Blißen kein Donner gehöret wurde, obgleich die tiefer am Horizonte zugleich sichtbaren Bliße vom entferntern Donner begleitet wurden. Etwa 15 Minuten darauf zeigten sich rothe Strahlen, welche hinter den Gewitterwolken hervorschossen. Nachdem die Nacht mehr herannahete, erschien ein von 4 bis 5° breiter Gürtel über das Zenith hin bis an den westlichen Horizont, welcher bald breiter, bald schmäler, abgerissener oder dichter den Himmel röthete, und sich nach einigen Stunden wieder verlor. Dieser Gürtel bezeichnete genau den Weg, welchen das Gewitter genommen hatte. Zuleßt bemerket Herr **Hube** noch, daß man unfehlbar der Elektricität jene Dunkelheit einiger Stellen des Himmels und die Schwärze einiger Wolken bey großen Nordlichtern zuschreiben müsse. Denn auch schwere Gewitterwolken seyn oft so schwarz, und selbst der klare Himmel unter ihnen erscheine oft in einiger Entfernung dunkel. Vielleicht werden sogar kleine stark elektrisirte Wolken unter gewissen Umständen ganz durchsichtig.

M. s. Mésure de la terre au cercle polaire; in den Oeuvres *de Maupertuis* Lyon 1768. 8. Tom. III. p. 159.

*) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. V. St. 3. S. 137 f.

159. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität durch **Krünitz**. S. 211. 221. 236 u. f. **Hube** über die Ausdünſtung. Leipz. 1790. 8. S. 298. desſelben vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre B. I. Brief 60. **de la Metherie** Theorie der Erde. A. d. Franz. Th. I. S. 64 u. f.

Nordpol am Himmel ſ. **Weltpole.**
Nordpol der Erde ſ. **Erdpole.**
Nordpol des Magnets ſ. **Magnet.**
Nordſchein ſ. **Nordlicht.**
Normalkraft ſ. **Centralkräfte.**
Normallänge ſ. **Barometer.**

Normaltemperatur, Reductionstemperatur (temperatura normalis). Man hat bey den meteorologiſchen Beobachtungen, um ſie gehörig mit einander vergleichen zu können, auf den Einfluß der Wärme auf meteorologiſche Werkzeuge vor allen andern Dingen zu ſehen, und ihre verſchiedenen Angaben auf eine gewiſſe beſtimmte Temperatur zurückzubringen. Wenn z. B. verſchiedene Barometerbeobachtungen mit einander verglichen werden ſollen, welche bey verſchiedenen Graden der Wärme angeſtellet ſind, ſo muß man nicht die wirklich beobachteten Barometerhöhen in Vergleichung bringen, ſondern man muß ſie erſt auf einen beſtimmten Grad der Wärme reduciren. Dieſer Grad der Wärme, auf welchen alle Beobachtungen gebracht werden, heißt eben die **Normal**= oder **Reductionstemperatur.** An und für ſich iſt dieſer Grad willkürlich, daher ihn auch verſchiedene Naturforſcher verſchiedentlich angenommen haben. So nimmt der Herr **de Lüc** bey der Berichtigung der Wärme zur Normaltemperatur den 10 Grad des Queckſilberthermometers von 80 Grad, welches gemeiniglich das reaumüriſche genannt wird, an, bey barometriſchen Höhenmeſſungen hingegen leget er wegen den unter dem Artikel, **Höhenmeſſung, barometriſche,** angeführten Urſachen, die Temperatur von 16¾ Grad eben dieſes Barometers zum Grunde.

Unter dem Artikel, **Barometer**, ist eine Formel angegeben worden, welche sich leicht auf jede Normaltemperatur und auf jedes Ausdehnungsverhältniß anwenden läßt.

Normalthermometer s. **Thermometer.**

Notiometer s. **Hygrometer.**

Nutation s. **Wanken der Erdaxe.**

O.

Objektivglas, Objektivlinse s. **Fernrohr, Mikroskop.**

Objektivmikrometer s. **Heliometer.**

Observation s. **Beobachtung.**

Occident s. **Abendpunkt.**

Octave (octaua, octaue) ist das Verhältniß zweyer Töne, wovon der eine in gleicher Zeit doppelt so viele Schwingungen, als der andere verursachet. Man unterscheidet hierbey die **höhere** oder **obere Octave**, und die **tiefe** oder **untere Octave.** Unter jener versteht man nämlich denjenigen Ton, welcher in einerley Zeit doppelt so viele Schwingungen, und unter der andern denjenigen Ton, welcher nur halb so viele Schwingungen macht. Diese Eintheilung hat ihren Grund in unserm Gehöre, indem wir nämlich jederzeit denjenigen Ton höher, als den andern nennen, wenn er mehrere Schwingungen als dieser verursachet. Ist z. B. von zweyen gleich dicken und gleich stark gespannten gleichartigen Saiten die eine noch ein Mahl so lang, als die andere, so wird auch die längere in einerley Zeit nur halb so viele Schwingungen als die kürzere machen. Daher wird die kürzere Saite die höhere Octave der längern, und die längere Saite die tiefere Octave der kürzern angeben.

Die Octave macht einen zweystimmigen Accord aus, und ist nächst dem Einklange die vollkommenste Consonanz, welche selbst dem Gehöre eine mit dem Einklange auffallende Aehnlichkeit hat.

Gewöhnlich wird das Intervall der Octave in sieben Stufen abgetheilet, welche eine musikalische Tonleiter aus-

 machen.

machen. Wird nämlich der Grundton mit C bezeichnet, so gibt die Octave folgende Tonleiter C, D E, F, G, A, H, c. Sie besteht aus zwey **halben** (semitonia), E — F und H — c und aus fünf **ganzen Tönen**; die letztern sind wiederum zwey **kleinere** (toni minores) D — E und G — A, und drey **größere** (toni majores) C — D, F — G, A — H. Die Verhältnisse dieser Abtheilungen sind aber verschieden. M. s. **Ton**. Hiernach wird also die obere Octave, wenn der Grundton mit gezählet wird, der achte von der Leiter, und hat daher ihren Nahmen.

Intervallen der **doppelten, dreyfachen, vierfachen** u. s. Octave geben die Verhältnisse 4:1, 8:1, 16:1 u. s. Für den Grundton C können sie so bezeichnet werden $C:\overline{c}$; $C:\overline{\overline{c}}$; $C:\overline{\overline{\overline{c}}}$; $C:\overline{\overline{\overline{\overline{c}}}}$ u. s. Alle diese Töne bleiben noch sehr vollkommene Consonanzen.

Ocularglas s. **Fernrohr, Mikroskop.**

Oele (olea, huiles) heißen in der Chemie im Allgemeinen gewisse dünnflüssige Materien, welche sich entweder im Wasser gar nicht, oder doch nur sehr wenig auflösen, durch Hülfe eines Dochtes aber Nahrung für die Flamme abgeben. Ueberhaupt werden **ölichte** Körper diejenigen genannt, welche im Wasser unauflöslich sind, und mit einer Flamme brennen, wohin auch die Fettigkeiten gehören. Wenn solche Körper im natürlichen Zustande dünnflüssig sind, so erhalten sie den eigentlichen Nahmen der **Oele**. Einige von diesen Oelen trocknen an der Luft aus, und werden trocken; andere aber bleiben stets schmierig. Vorzüglich unterscheiden sich die Oele in ihrer Consistenz, da einige in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre fest sind, andere nicht. Jene nennt man auch Balsame, Butern, Harze u. s. w. Uebrigens hat man folgende drey Arten von Oelen zu merken: **die ätherischen Oele, die fetten Oele, und die empyreumatischen Oele.**

Die

Die fetten Oele, welche auch **milde, schmierige, fixe** oder **ausgepreßte Oele** (olea unguinosa, unctuosa, fixa, expressa) genannt werden, sind in den meisten Samen und Kernen enthalten. Man gewinnt sie durchs Zermalmen der Samen und Kerne, und nachheriges Auspressen. Diese ausgepreßten Oele sind im frischen Zustande wegen der mit ausgepreßten schleimigen Theile trübe, und reinigen sich am besten durch die Ruhe. In ihrer möglichsten Reinigkeit haben sie einen gelinden und milden Geschmack, und keinen erheblichen Geruch, allein die mit ausgepreßten harzigen und andern Theilen, besonders aus der Samenhülse, und andern Umständen beym Auspressen, verursachen den größern oder geringern Unterschied der Oele im Geruche, Geschmacke, Farbe und beym Brennen. Sie sind nie vollkommen flüssig und erfordern zum Sieden eine starke Hitze, die man auf 600 Grad nach Fahrenheit rechnet. In der Siedhitze des Wassers sind sie nicht flüchtig, und sämmtlich specifisch leichter als Wasser. Sie entzünden sich erst bey einer Erhitzung, die bis zu ihrer Verflüchtigung geht. Darin liegt die Ursache, daß ein Fleck von diesen Oelen auf Papier getröpfelt durchs Erwärmen nicht wieder vergehet, und daß sie sich bey bloßer Annäherung einer Flamme nicht entzünden, sondern ein Docht nöthig haben, welches sie stark erhitzet, daß sie abdampfen. Wenn diese fetten Oele eine Zeitlang der atmosphärischen Luft ausgesetzet sind, so werden sie allmählig ranzig, und erhalten einen scharfen, beißenden und brennenden Geschmack, und einen üblen Geruch. In fest verschlossenen Gefäßen hingegen, wozu die freye Luft keinen Zutritt hat, verändern sie sich nicht.

Sie lösen durch Hülfe der Wärme die Harze, natürlichen Balsame und den Schwefel auf. Die Auflösung des Schwefels in den Oelen nennet man **Schwefelbalsame** (balsama sulphuris), welche sämmtlich eine bräunliche oder röthliche Farbe haben, einen stark stinkenden und auch schwefelichten Geruch und einen scharfen und unangenehmen Geschmack.

Mit den ätzenden Alkalien verbinden sich die fetten Oele vollkommen und innigst und werden durch dieselben auch im Wasser ganz und gar auflösbar, oder zur Seife (sapo). Eine gut bereitete Seife muß sich in reinem Wasser und im Weingeiste völlig auflösen lassen; und das Alkali dienet ihr als aneignendes Verwandtschaftsmittel zwischen dem Oele und dem Wasser oder dem Weingeiste. Durch alle Säuren werden die Seifen wieder zersetzet, und das Oel wird daraus abgeschieden, welches sich nunmehr im Weingeiste auflöset. Durch die so genannten harten Wasser werden die Seifen nur unvollkommen aufgelöset, und zersetzet, wenn sie Gyps, erdige Mittelsalze oder metallische Salze bey sich führen. Daher auch diese Wasser nicht zum Waschen mit Seife dienen. Die weichen Wasser hingegen lösen die Seifen vollkommen auf, wie z. B. das Flußwasser und das Regenwasser.

Concentrirte Salzpetersäure zu fetten Oelen gesetzet, erhitzt sich damit so stark, daß Selbstentzündung entstehen kann, besonders mit den austrocknenden Oelen.

Der Ruß, welchen die Oele bey der Flamme absetzen, rührt nicht von erdigen Theilen her, sondern ist unzersetzte Kohle des Oeles, welche wegen des verhinderten Zutritts der respirablen Luft zum Innern der Flamme nicht verbrennen konnte. Wenn das Oel in der argandischen Lampe das Verbrennen unterhält, so zeiget sich keine Spur von Ruß, so lange die Luft durch die Axe der Flamme streichen kann. Es bildet sich bloß Wasserdunst und kohlensaures Gas.

Nach **Lavoisier** a) verzehren 19¼ Gran Baumöl beym Verbrennen 124 französ. Cubikzoll oder 62 Gran Lebensluft, und das Produkt des Verbrennens besteht aus 97½ Cubikzoll oder 54¼ Gran kohlensaures Gas und 27 Gran Wasser. Diesen Resultaten zufolge scheint das fette Oel aus etwa 87, 96 Theilen Kohlenstoff und 21,04 Theilen Wasserstoff zu bestehen. Hiernach wird also das Verbrennen des fetten Oels so erkläret, daß die Entzündungshitze die Basis der zum Ver-

a) Mémoires de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1784. p. 593 sqq.

Verbrennen nothwendigen Lebensluft sich mit dem Wasserstoff des Oeles zum Wasser und mit der Kohle desselben zur Kohlensäure verbinde.

Das Ranzigwerden der fetten Oele geschiehet also nach dem neuern Systeme, indem sich der Sauerstoff der atmosphärischen Luft damit verbindet. Man kann daher das Oel sehr bald ranzig machen, wenn es in eine mit Sauerstoffgas angefüllte Flasche gebracht, und diese verschlossen wird. Daraus erhellet auch, warum das fette Oel in gut zugestopften Flaschen sich nicht verändert.

Die ätherischen Oele, welche auch **riechende, flüchtige, destillirte Oele** (olea aetherea, odora, volatilia, destillata) heißen, unterscheiden sich von den fetten Oelen wesentlich; den die ätherischen Oele sind flüchtig, hinterlassen auf dem Papiere keinen Fleck, wenn dieses erwärmet wird, haben einen durchdringenden Geruch, welcher mit dem Geruche der Pflanzen, woraus es destilliret worden, übereinkömmt; lösen sich im Weingeiste auf, und lassen sich durch die Flamme eines Lichtes anzünden, ohne vorher erhitzt zu seyn. Sie machen einen wesentlichen und nähern Bestandtheil mehrerer Gewächsstoffe aus; ja aus einigen wenigen, wie aus den frischen Pomeranzen- und Citronenschalen, lassen sie sich auch schon durchs Auspressen erhalten. Der Geschmack ist mehrentheils scharf und gleichsam brennend. Die Schärfe hängt aber nicht immer von der Schärfe der Pflanze ab. Der Geruch ist bey allen durchdringend und stark; und Pflanzen, die gar keinen Geruch besitzen, auch wenn sie scharf schmecken, geben gar kein ätherisches Oel. Die mehresten ätherischen Oele sind leichter als das Wasser, und schwimmen oben auf; andere sind schwerer, und sinken im Wasser zu Boden. In Rücksicht der Consistenz findet bey den ätherischen Oelen ein beträchtlicher Unterschied Statt. Einige nämlich sind ganz dünn und flüssig, und werden beym Gefrierpunkt nicht fest; andere erstarren in der Kälte bald und gerinnen. Einige wenige sind auch in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre dick und

 talgig.

talgig. Die dickere Consistenz der Oele steht aber mit ihrem specifischen Gewichte nicht im Verhältnisse.

Die Farbe der ätherischen Oele ist ungemein verschieden. Am gewöhnlichsten ist sie gelblich weiß, und gelb, seltener aus frischen Pflanzen rothbraun. Einige wenige sind grün oder blau. Der Abänderungen zwischen diesen Farben sind aber außerordentlich viel. Vieles kömmt dabey auf die Verschiedenheit des Bodens an, auf welchen die Pflanzen wachsen und auf das Alter des Gewächses und das Trocknen desselben, und auf die bey der Destillation angewendete Hitze, welche die Farbe mehr oder weniger abändern kann.

Die ätherischen Oele lösen sich nicht nur unter einander selbst auf, sondern geben auch Auflösungsmittel für die fetten Oele, für die Harze, für die natürlichen Balsame, und für das Federharz. Die Auflösungen der Harze in den ätherischen Oelen geben verschiedene Arten von Lackfirnissen.

Mit den Säuren verbinden sich die ätherischen Oele noch leichter als die fetten Oele, weit schwerer aber mit den feuerbeständigen Laugensalzen, mit welchen sie bey der Glühehitze vereiniget die ätherischölichten Seifen geben, wovon die **starkeyische Seife** (sapo starkeyanus, tartareus) aus Gewächsalkali und Terpentinöl gebräuchlich.

Uebrigens verderben die ätherischen Oele eben so wie die fetten Oele, wenn sie der freyen Luft ausgesetzet sind. Sie verlieren nämlich nach und nach immer mehr ihren eigenthümlichen Geruch, ihre Flüssigkeit und Farbe; sie erlangen eine zähe und dicke Consistenz, ja sie werden endlich fast ganz zu einem Harze oder natürlichen Balsame. Ihr eigenthümlicher Geruch verschwindet, und sie erlangeu einen unangenehmen Harzgeruch. Dabey erhalten sie alle eine dunkele und braune Farbe. Durch eine neue Destillation kann man alsdann das noch übrige flüchtige Oel wieder ausscheiden und frisch gewinnen. Bey dieser Arbeit bleibt im Destillirgefäße ein wirklich harziger Theil des Oeles übrig. Selbst die frischen ätherischen Oele lassen bey einer Rectification mehr oder weniger von diesem harzigen Theile zurück.

zurück. Daraus hat man geschlossen, daß die ätherischen Oele aus zwey nähern Bestandtheilen zusammengesetzet wären; aus einem eigenen flüchtigen subtilen Stoffe, dem **Riechstoffe**, dem **Boerhave** den Nahmen **Spiritus Rector** oder **lebendigen Geist** beylegte, und aus einem gröbern, mehr sinnlichen, harzigen Theile. Allein die neuere Chemie hat erwiesen, daß das Verderben dieser Oele und ihr Uebergang zu harzigen Körpern auf eine ähnliche Art durch Einwirkung der Lebensluft geschiehet, als das Ranzigwerden der fetten Oele, und durch die dabey vorgehende Veränderung der Mischung derselben, ohne daß es nöthig ist anzunehmen, daß das Harz als Harz schon im Oele präexistire. Vielmehr sind die ätherischen Oele ebenfalls nach diesem Systeme aus Wasserstoff und Kohlenstoff, wie die fetten Oele, nur in ganz andern Verhältnissen zusammengesetzet. Denn wenn man ätherisches Oel in einer Kapsel unter einer Glasglocke mit Lebensluft verbrennt, so bildet sich nichts weiter, als Wasser und kohlensaures Gas. Die Kohle, welche beym Verbrennen dieser Oele zurückbleibt; und sonst auch den Ruß der Flamme ausmacht, ist eine sehr reine Kohle, ohne Spur von feuerbeständigem Alkali.

Die **empyreomatischen** oder **brenzlichen, brandichten Oele** (olea empyreumatica) erhält man bey der trockenen Destillation aller Pflanzenstoffe. Sie haben sämmtlich einen angebrannten Geruch, einen herben scharfen bitterlichen Geschmack, sind innerlich genommen außerordentlich erhitzend, und besitzen eine desto dunkelere Farbe und dickere Consistenz, je später und heißer sie überdestilliret sind. Nur die zuerst übergehenden Antheile dieses Oels können noch den Geruch der Pflanzen haben, von welchen sie herrühren, das zuletzt überdestillirte aber unterscheidet sich nicht von einem andern, es mag aus einer riechenden oder geruchlosen Pflanze ausgetrieben seyn; und man kann auf solche Art diese Oele der Pflanzen nicht von einander unterscheiden.

Wenn diese Oele zu wiederholten Mahlen aus einer neuen Retorte im Sandbade mit behutsamer Regierung des

Feuers überdestilliret werden, so werden sie nach und nach immer flüssiger, indem sie bey jeder Destillation eine Säure absetzen, und eine dünne kohlichte Substanz in der Retorte zurücklassen. Dadurch können sie der Natur der ätherischen Oele immer näher gebracht werden, so daß sie ungefärbt erscheinen, ihren brenzlichen Geruch fast gänzlich verlieren, und ihnen bloß ein stechender und durchdringender Geruch übrig bleibt, welcher allen auf diese Art bereiteten Oelen gemein zu seyn scheinet; und sich bey der Südhitze des Wassers verflüchtigen und im Weingeiste auflösen lassen.

Nach dem neuern Systeme sind auch diese Oele aus Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzet nur in ganz verschiedenen Verhältnissen, als die fetten und ätherischen Oele. Sie machen übrigens keinen wesentlichen Bestandtheil der Pflanzen und ihrer Theile aus, sondern sind vielmehr Produkte, welche erst durch die Einwirkung des Feuers bey der Operation des Destillirens erzeuget werden.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. II. Halle 1794. 8. §. 955 f. §. 1224 f. §. 1277 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 350.

Ohr s. **Gehör.**

Ombrometer s. **Regenmaß.**

Operment s. **Arsenik.**

Operngucker s. **Polemoskop.**

Opposition s. **Aspekten.**

Optik (optica s. optice, optique) heißt im allgemeinsten Verstande diejenige Wissenschaft, welche die Gesetze von den Erscheinungen der Größe, der Bewegung und Gestalt der Körper, welche vom Lichte abhangen, erkläret. In diesem weitläuftigen Sinne begreift sie mehrere Theile unter sich, nämlich die eigentliche **Optik** im eingeschränktern Verstande, oder die Wissenschaft von den Gesetzen der Erscheinungen, welche die Körper selbst nach geraden Strahlen verursachen, die **Katoptrik**, die **Dioptrik**, die **Photometrie**

metrie und die **Perspektiv**, von welchen alle eigene Artikel handeln.

Die Fortpflanzung des Lichtes aus einem leuchtenden oder erleuchteten Objekte war bereits den alten griechischen Weltweisen, besonders in der platonischen Schule, hinlänglich bekannt, ob sie gleich verschiedene Meinungen über die Natur des Lichtes und über die Art und Weise des Sehens hegten. Einer der ältesten optischen Schriftsteller ist nach dem Zeugnisse des **Laertius**, **Demokrit** von Abdera, welcher über die Optik (ακτινογραφίη) geschrieben hat. Es sind aber alle seine Schriften verloren gegangen. Nur die einzige Optik aus dem Alterthume, welche vom **Proklus** und **Heliodorus von Larissa** dem **Euklides** zugeschrieben wird, ist übrig geblieben. Sie enthält Bestimmungen von der Größe und Gestalt der Objekte nach dem Sehewinkel, und ist besser als die damit verbundene Katoptrik. M. s. **Katoptrik**. Jedoch findet man auch in dieser Optik viel unbestimmte Sätze.

Die Schrift über die Optik von dem berühmten **Ptolemäus** ist verloren gegangen; inzwischen ist aus der Perspektiv des **Roger Baco** bekannt, daß sich darin eine richtige Erklärung der scheinbaren Größe der Sonne und des Mondes am Horizonte befunden habe. Nach dem **Ptolemäus** ist ein großer Zeitraum verstrichen, in welchem die Geschichte der Optik nichts erhebliches von dieser Wissenschaft aufweisen kann. Gleichwohl ist es wahrscheinlich, daß darin mehr ist gearbeitet worden, als uns bekannt ist, indem im 11ten oder 12ten Jahrhunderte nach Christi Geburt ein starkes Werk der Optik von dem Araber **Alhazen** erschien. Im 13ten Jahrhunderte bemühete sich **Vitellio**, den weitläuftigen und oft dunkeln **Alhazen** abzukürzen. Die Schriften des **Alhazen** und **Vitellio** sind von **Friedrich Risner** unter dem Titel, opticae thesaurus, Basel 1572. fol. herausgegeben worden. Zu damahliger Zeit begriff man unter der Optik alle optische Wissenschaften, und belegte die eigentliche Optik mit dem Nahmen der Per-

spektiv. Noch im 13ten Jahrhunderte schrieben über diese Perspektiv Johann **Peckham**, Erzbischoff von Canterbury α) und **Roger Baco** β).

Nach der Wiederherstellung der Wissenschaften in Europa schrieben über die Optik der so berühmt gewordene Lehrer der Mathematik zu Messina, **Maurolycus** γ) und der Neapolitaner, **Bapt. Porta** δ). Der erstere erklärte, wie es zugehe, daß das Bild der Sonne in einem verfinsterten Zimmer rund erscheinet, wenn gleich die Oeffnung, wodurch die Strahlen gehen, eckig ist, und letzterer erfand das finstere Zimmer, dessen Theorie so viel zur Erklärung des Sehens durch das Auge beygetragen hat. Damahls war das Mathematische der eigentlichen Optik, welche noch immer Perspektiv genannt wurde, ziemlich ausgearbeitet, und der Kanzler **Bacon** ε) wünschet nur, daß man die Natur des Lichtes mehr untersuchen möchte. Das weitläufigste Werk über die Optik und Perspektiv damahliger Zeit ist vom Jesuiten, **Franciscus Aquilanius** ζ).

Da zu Anfange des 17ten Jahrhunderts durch die Entdeckung der Fernröhre und der Brechungsgesetze die Dioptrik als eine eigene Wissenschaft zu betrachten angefangen wurde, so fing man nun auch an, einen genauern Unterschied von der Fortpflanzung des Lichtes nach geraden Strahlen, von der Brechung und der Zurückwerfung desselben zu machen, und die dahin gehörigen Regeln zur Optik, Katoptrik und Dioptrik zu rechnen, auch außerdem die Lehre von den Bildern der Gegenstände auf durchsichtigen Tafeln unter dem Nahmen der Perspektiv zu begreifen. In den neuern Zeiten hat man noch von der eigentlichen Optik die Photo-

α) Perspectiua communis ed. *Ge. Hartmanni*. Norimb. 1542. 4.

β) Perspectiua ed. *Jo. Cambichio*. prof. Marpurg. Frf. 1614. 4. auch in D. Jebb's Ausgabe des opus majus. Lond. 1733. fol.

γ) Theoremata de lumine et umbra, ad perspectiuam et radiorum incidentiam facientia, Venetiis. 1575. 4.

δ) Magia naturalis. Neap. 1558. fol. u. de refractione, optices parte L. IX. Neap. 1593. 4.

ε) De augment. scientiar. ed latin. Frf. 1655. fol. p. 119.

ζ) Opticorum libri VI. Antverp. 1613. fol.

Photometrie abgesondert, so daß die Lehren der Optik den geringsten Umfang unter allen optischen Wissenschaften ausmachen.

Von dem Anfange der optischen Wissenschaften kann man sich einen Begriff aus den Schriften des **Rob. Smith** [a]), **Porterfield** [β]) und **Karsten** [γ]) machen. Die Geschichte der optischen Wissenschaften überhaupt trägt **Priestley** [δ]) vor, und ein Verzeichniß von optischen Schriften findet man beym **Wolf** [ε]) und **Scheibel** [ζ]).

Optischer Ort f. **Ort, optischer.**

Optischer Winkel s. **Sehewinkel.**

Organisation, organischer Bau (organisatio, structura organica, organisation) heißt derjenige Bau eines Körpers, nach welchen er durch eine gewisse innere belebte Kraft vermögend ist, willkürliche und unwillküliche Wirkungen hervorzubringen. **Organe** sind diejenigen Körper, durch welche diese Wirkungen hervorgebracht werden können, wie z. B. das Ohr, Auge u. s. f. So sind auch die Gefäße, in welchen die Säfte in Umlauf gebracht werden, die zur Nahrung der Thiere und Pflanzen nöthig sind, Organe.

Organisirte, organische Körper (corpora organica, organisata, corps organisés ou organiques) heißen diejenigen natürlichen Körper, welche einen organischen Bau haben. Die organischen Körper unterscheiden sich daher von den unorganisirten Körpern nicht nur in Rücksicht ihres äußern Ansehens, sondern vorzüglich darin, daß jene eine

a) Vollständiger Lehrbegriff der Optik, nach dem Englisch. des Smith mit Aenderung. und Zusätz. von Kästner Altenb. 1755. 4.

β) Treatise on the eye, the manner and phenomena of Vision by W. *Porterfield* Edinb 1759. II Vol. 8.

γ) Lehrbegriff der gesammten Mathematik Th. VII. und VIII. Anfangsgründe der mathematisch. Wissenschaften Th. III.

δ) Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik; a. d. Engl. mit Anmerk u Zus von Klügel Leipz. 1776. 4.

ε) Kurzer Unterricht von den vornehmsten mathemat. Schriften im 4ten Bande der Anfangsgr der mathemat. Wissensch. Cap 10.

ζ) Einleitung zur mathematischen Bücherkenntniß. 9tes Stück. Breslau 1777. 8.

eine gewisse innere belebte Kraft besitzen, wodurch sie willkürliche und unwillkürliche Bewegungen hervorzubringen im Stande sind.

Nach Herrn **Girtanner** [a]) ist jede organisirte Substanz so lange belebt, als das Princip des Lebens und der Reizbarkeit in ihr ist, und als ihre Verwandtschaft nicht verschieden ist von der, welche man in den belebten Substanzen antrifft. Das Holz, z. B. aus welchem unsere Tische und Stühle verfertiget sind, ist nach ihm ein organisirter oder belebter Körper, indem man eigentlich nicht sagen könne, daß das Holz todt sey, bis es verfault ist.

Der Herr **von Humboldt** [β]) nennt **unbelebte, träge** Materie diejenige, deren Bestandtheile nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft gemischt sind, **belebte** oder **organisirte** aber diejenige, welche von den Banden der chemischen Verwandtschaft frey ist, und des ununterbrochenen Bestrebens, ihre Gestalt zu ändern, ungeachtet, durch eine gewisse innere Kraft gehindert wird, ihre erste eigenthümliche Form zu ändern. Die innere Kraft ist die Lebenskraft, welche die Bande der chemischen Verwandtschaft auflöset, und die freye Verbindung der Grundstoffe in den Körpern hindert. Der Tod hebt dieses Hinderniß, durch die Fäulniß treten die Elemente wieder in ihre vorige Rechte, und ordnen sich nach chemischen Verwandschaften. Alle organisirte Körper kommen nach dem Tode unter gleichen Umständen, z. B. bey eben dem Wärmegrade, eben der Beschaffenheit der Atmosphäre, in Fäulniß, bey welchen sie im Leben der Fäulniß widerstanden.

Träge Materien können nicht in Fäulniß übergehen. Denn sie sind nach chemischen Verwandtschaften gemischt, und haben kein Bestreben in sich, ihre Gestalt zu ändern. Die Verwitterung der Schwefelkiese oder des geschwefelten Eisens

a) Ueber die Reizbarkeit, als Lebensprincip in der organisirten Natur, aus dem Journal de physique übers. in Grens Journal der Physik B. III. S. 530.

β) Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, aus d. lateinisch. übersetzt von Fischer. Leipz. 1794. 8. §. 1.

Eisens ist von der Gährung gar sehr verschieden. Bey der erstern geht der Sauerstoff aus der Luft mit dem Schwefel eine Verbindung ein, und bildet Schwefelsäure, bey der letztern aber treten die Bestandtheile des Körpers selbst, ohne Dazwischenkunst einer Substanz, in neue Verbindungen.

Man hat daher die Gesetze der Verwandtschaften ganz allein aus der Natur der unbelebten Substanzen abzuleiten. Wäre die Welt nur mit organisirten Körpern besetzet, so würden uns die Verwandtschaften unbekannt seyn, und wir würden nur ungleichartige Stoffe verbunden, gleichartige getrennt finden.

Von den Elementen, welche nach dem neuern Systeme als einfach oder als unzerlegt betrachtet werden, machen nach Herrn **von Humboldt** nur folgende 18 die Bestandtheile organisirter Körper aus: Lichtstoff, Wärmestoff, Electricität, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Soda, Pottasche, Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, Bittererde, Schwererde, Eisen, Braunstein. Die übrigen findet man nie anders, als nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft gemischt.

Aus diesen Grundstoffen sind die eigenthümlichen Zusammensetzungen gebildet, durch deren Aggregat der Bau der organisirten Körper aufgeführet ist. Die Kunst kann zwar diese Zusammensetzungen in ihre Grundstoffe zerlegen, aber sie nicht aus den letztern hervorbringen.

Orient f. **Morgenpunkt.**

Orkan f. **Wind.**

Ort, optischer (locus opticus, lieu optique). Befindet sich das Auge (fig. 125.) in o, wo es den leuchtenden Punkt l und hinter demselben zugleich die Fläche cd siehet, so wird der Punkt b in der Fläche von dem leuchtenden Punkte l dem Auge o verdeckt, und heißt nun der Punkt b der **optische Ort** von l auf dieser Fläche für das Auge o. Behalten der leuchtende Punkt l und die Fläche cd ein und die nämliche Lage, das Auge o aber verändert seine Stelle, so ändert sich auch der optische Ort. So ist

z. B. für das Auge ω der optische Ort von l die Stelle a auf der Fläche c d; alsdann wird a b die Parallaxe genannt. M. s. **Parallaxe.**

Ist das Auge nicht vermögend, durch irgend etwas auf eine Entfernung des leuchtenden Punktes l von der Fläche c d zu schließen, so scheinet es ihm, als wenn l selbst in der Fläche c d, also in b oder a sich befände. Durch einen Gesichtsbetrug hält er den optischen Ort für den wahren. In einem solchen Falle wird der optische Ort zugleich ein scheinbarer Ort. Auf solche Art scheinet es uns, als ob zur Nachtzeit die Sterne am blauen gewölbten Himmel gleichsam angeheftet wären, indem wir keine Entfernung der Sterne von selbigem wahrnehmen. Ihre Stellen sind also nur optische Orte, beym ersten Anblick aber werden sie für die wahren Orte gehalten, und sind daher auch scheinbare Orte.

Wenn das Auge von o nach ω fortrückt, ohne daß es seine Bewegung gewahr wird, so scheint sich l von b nach a zurück zu bewegen, oder auch die Fläche c d selbst um das Stück a b vorwärts zu schieben, nachdem man sich nämlich vorstellet, daß entweder der Punkt l oder die Fläche c d in Bewegung ist. M. s. **Gesichtsbetrüge.**

Ort, scheinbarer (locus apparens, lieu apparent) heißt der Ort, an welchem wir vermöge unseres Urtheils, welches wir über das Gesehene fällen, ein Objekt oder ein Bild desselben zu sehen glauben. Der scheinbare Ort und der optische Ort sind von einander verschieden. Denn bey dem erstern kömmt es nicht allein auf reine optische Darstellung, wie beym letztern, sondern auch noch auf unser Urtheil über das Gesehene an. Der optische Ort hat alle Mahl eine Beziehung auf eine Fläche als Hintergrund, der scheinbare Ort kann aber auch ohne dergleichen Beziehung gedenkbar seyn. Der optische Ort ist nicht jederzeit ein scheinbarer Ort, sondern nur alsdann, wenn man die Entfernung des Objektes oder des Bildes von der Fläche nicht wahrnimmt. Bey dem scheinbaren Orte eines Punk-

tes kömmt es auf die Richtung, nach welcher die Lichtstrahlen von ihm ins Auge kommen, und auf seine scheinbare Entfernung vom Auge an. Es sind daher hierbey alle die Umstände zu erwägen, welche unter dem Artikel, **Entfernung, scheinbare**, sind angeführet worden.

Bey nahen gewöhnlichen Sachen, welche wir durch gerade Strahlen sehen, betrügen wir uns gemeiniglich nicht über ihren Ort. Bey entfernten Dingen hingegen täuschen wir uns desto mehr, indem wir sie gewöhnlich an die Fläche des Hintergrundes setzen, und den optischen Ort zum scheinbaren oder nach unserm Urtheile zum wahren machen. In Ansehung der gebrochenen und zurückgeworfenen Strahlen ist es gewöhnlich noch schwerer, nur etwas Bestimmtes über den Ort des Bildes anzugeben. M. s. **Bild**. Wenn man mit **Barrow** annimmt, daß ein jeder Punkt da gesehen werde, wo die Spitze des von ihm auf die Pupille kommenden Strahlenkegels liegt, so gibt es bey den sphärischen Spiegeln gar keinen Punkt, in welchem sich die Richtungen aller von einem Punkte des Objektes herkommenden Strahlen vereinigten, d. h. gar keinen absoluten Ort des Bildes; in den meisten Fällen ist aber doch für die Strahlen, welche ins Auge kommen, ein Punkt vorhanden, nach welchem ihre Richtungen convergiren, oder um den sie wenigstens am dichtesten zusammenkommen, und welchen man den **relativen Ort** des Bildes nennen könnte.

Allein unser Urtheil richtet sich nach diesem Orte nicht allein, welcher oft selbst hinter das Auge fällt. Man muß daher den scheinbaren Ort des Bildes noch von jenem absoluten und relativen Ort unterscheiden, und es läßt sich für ihn gar nichts Bestimmtes anführen.

M. s. **Klügels** Zusatz zu **Priestley's** Geschichte der Optik. S. 504.

Oscillation s. **Schwingung.**

Ost s. **Morgenpunkt.**

Oxydation, oxydirte Stoffe s. **Säure.**

Oxygen s. **Sauerstoff.**

Oxygenation s. **Sauerstoff.**

P.

Panzer des Magnets s. **Magnet.**

Papierelektrophor s. **Elektrophor.**

Papinische Maschine, Papins Digestor (machina Papini s. Papiniana, olla s. digestor Papini, marmite de Papin). Unter diesem Nahmen hat **Dionysius Papin** *) eine Vorrichtung beschrieben, um damit Wasser in einem hohen Grade zu erhitzen, ohne daß die dadurch sich erzeugenden Dämpfe entweichen können. Es hatte **Papin** dabey die Absicht, Säfte thierischer und vegetabilischer Substanzen auf eine leichte und wohlfeile Art auszuziehen. Sie besteht aus einem hohlen cylindrischen, inwendig verzinnten kupfernen Gefäße, das durch einen Deckel mit um den Rand gelegter Pappe mittelst einer starken eisernen Schraube sehr fest und genau verschlossen werden kann.

Wenn Wasser in offenen Gefäßen erhitzet wird, so nimmt es nur einen gewissen bestimmten Grad der Temperatur an; denn die mehr erhitzten Theile werden alsdann in Dämpfe verwandelt, wodurch das Sieden des Wassers entstehet. Wird hingegen das Wasser in fest verschlossenen Gefäßen erhitzt, so können die in selbigen erzeugten Dämpfe nicht ausweichen, wirken also selbst auf das Wasser zurück, und verursachen, daß ein weit größerer Grad der Hitze angewendet werden muß, um das Wasser im Sieden zu erhalten. Wegen der dadurch ungemein zunehmenden Expansion der entstehenden Dämpfe, erhellet es ganz leicht, daß die Wände solcher Gefäße stark genug seyn müssen, um mit Gefahr der Umstehenden nicht zu zerspringen. Dadurch aber erhält man ein Mittel, harte Körper, welche bey der gewöhnlichen Südhitze im Wasser gar nicht angegriffen werden, als z. B. Knochen, harte Hölzer u. dergl. im heißen Wasser zu erweichen und aufzulösen. Auf diese Art bereitet man

*) A new Digestor. Lond. 1681. 4. Continuation of the new digestor etc. Lond. 1687. 4. La manière d'amollir les os. Amsterd. 1681. 8.

man besonders aus thierischen Substanzen kräftige Brühen und Gallerten.

Um der Gefahr des Zerspringens vorzubeugen, thut man wohl, den papinischen Digestor aus getriebenem Kupfer verfertigen zu lassen [α]). Herr **Wilke** [β]) hat ihn noch mehr zum ökonomischen Gebrauche eingerichtet, und Versuche hiermit erzählet **Ziegler** [γ]).

M. s. **Leonhardi** im macquerschen Wörterbuche Art. papinische **Maschine**.

Parabolische Spiegel s. **Spiegel Parabolische.**

Parallaxe (parallaxis, parallaxe) heißt im allgemeinsten Verstande der Unterschied oder die Entfernung zweyer optischer Oerter eines Objektes, welches aus zweyen verschiedenen Standpunkten betrachtet wird. Sieht das Auge (fig. 125.) das Objekt l aus den beiden Orten o und ω, so ist b a die Parallaxe des Objektes l auf der Fläche c d. Der Ausdruck Parallaxe stammt von dem griechischen Worte παραλλαξις ab, und bedeutet so viel, als Verrucken, Verschieben, Verändern. Es verrückt sich nämlich der scheinbare Ort b des Objektes l aus o gesehen gegen a hin, wenn das Auge von o nach ω kömmt, und daher entsteht der allgemeine optische Begriff von der Parallaxe.

In der Astronomie ist die Parallaxe von ungemeiner Wichtigkeit, in dem aus der genauen Bestimmung derselben erst die Entfernungen der Himmelskörper von der Erde berechnet werden können. Nimmt man auf der Erdfläche zwey in einer gewissen Entfernung von einander liegende Orte an, aus welchen ein Gestirn am Himmel zu gleicher Zeit gesehen werden kann, so würde alsdann der Unterschied der optischen Orte des Gestirnes aus beiden Beobachtungsorten betrachtet die Parallaxe des Gestirnes seyn. Um aber

 einen

α) Mémoire sur l'usage économique du digesteur de Papin à Clermont. Ferr. 1761. 8. und im leipzig. Intelligenzblatt 1763. n. XI. Artikel 10.

β) Schwedisch. Abhandlung für 1773.

γ) Specimen de digestore Papini, eius structura et vsu. Basil 1768. 4 maj.

einen festen Ort für alle Erdbewohner zu haben, so stellt sich der Astronom vor, als ob ein Beobachter das Gestirn aus dem Mittelpunkte der Erde betrachte, und benennt den Ort, wo es dieser am Himmel sieht, den **wahren Ort**, denjenigen aber, wo es ein Beobachter auf der Erdfläche sieht, den **scheinbaren Ort**, und belegt den Unterschied zwischen beiden Orten mit dem Nahmen der **Parallaxe**. Befände sich also (fig. 126.) ein Gestirn ſ am Himmel, so wird dieses aus dem Mittelpunkte der Erde t gesehen in der Richtung tb, aus l auf der Oberfläche der Erde aber in der Richtung la betrachtet, und es ist ab die Parallaxe des Gestirns. Die Entfernung des wahren Ortes vom Zenith z ist zb oder der Winkel ztb, und die des scheinbaren Ortes vom Zenith za oder der Winkel zla; beyder Unterschied ist ab oder $zla - zta = lſt$, daher auch der Winkel lſt die **Parallaxe** oder der **parallaktische Winkel** und das Dreyeck ſtl das **parallaktische Dreyeck** genannt wird. Es ist daher der parallaktische Winkel derjenige Winkel, welchen die beiden Gesichtslinien tſ und lſ am Gestirn ſ mit einander machen.

Ist das Gestirn ſ gerade im scheinbaren Horizonte des Beobachtungsortes l, so heißt alsdann der Winkel lſt die **Horizontalparallaxe** des Gestirnes. Befindet sich hingegen das Gestirn über dem Horizonte des Beobachtungsortes l in g, so wird alsdann der Winkel g die **Höhenparallaxe** des Gestirnes g genannt. In dem rechtwinkligen Dreyecke lſt hat man $ſt : tl = \sin. tot : \sin. lſt$ und in dem stumpfwinkligen Dreyecke gtl ist $tg : tl = \sin. glp : \sin. g$, folglich $\frac{ſt}{tl} = \frac{\sin. tot.}{\sin. lſt}$ und $\frac{tg}{tl} = \frac{\sin. glp}{\sin. g}$. Wenn daher für einerley Gestirn $tſ = tg$, so hat man auch $\frac{\sin. tot.}{\sin. lſt} = \frac{\sin. glp}{\sin. g}$, und daher $\sin. tot : \sin lſt = \sin. glp : \sin. g$. Wenn demnach die Horizontalparallaxe eines Gestirnes bekannt ist, so läßt sich seine Höhenparallaxe für jede

jede scheinbare Höhe über dem Horizonte finden, und umgekehrt. Daraus folgt zugleich daß die Parallaxe eines Gestirnes im Horizonte am größten ist, und daß sie mit der zunehmenden Höhe desselben über dem Horizonte abnimmt, bis sie im Zenith gänzlich verschwindet.

Uebrigens ist es klar, daß die Parallaxe eines Gestirnes eben derselbe Winkel ist, unter welchem der Halbmesser der Erde erscheinet, wenn er aus dem Gestirn gesehen wird; oder es ist **die gedoppelte Parallaxe dem scheinbaren Durchmesser der Erde aus dem Gestirn betrachtet gleich.**

Beweget sich das Gestirn f selbst um die Erde, oder scheinet es auch nur um selbige sich zu bewegen, so ist es bey r im wahren und bey f im scheinbaren Horizonte des Ortes l. Es sind also diese beiden Horizonte in Rücksicht des Gestirnes um den Bogen rf von einander entfernet, welcher das Maß von dem Winkel ftr ist. Da aber der Winkel rtf = tfl, weil fd und rf mit einander parallel sind, so ist auch der Bogen rf das Maß für die Horizontalparallaxe. Dieß ist die Ursache, warum der Bogen rf oder der Abstand des wahren Horizontes von dem scheinbaren unter dem Artikel, **Horizont**, die Horizontalparallaxe genannt wurde (Th. II. S. 962.). Auch ist bereits unter diesem Artikel bemerket, daß bey den Fixsternen keine Horizontalparallaxe, vielweniger eine Höhenparallaxe wahrgenommen wird, und daß folglich die Erde in Rücksicht der Fixsterne als ein wahrer Punkt betrachtet werden kann. Da aber doch die Fixsterne am blauen Himmel gleichsam angeheftet zu seyn scheinen, so sieht man leicht, daß der Kreis zbhfld als unendlich erweitert anzunehmen ist. Sein Mittelpunkt ist alsdann sowohl in l als auch in t, und der Winkel bey f wird nun auch durch den Bogen ab gemessen. Daraus sieht man, daß es ganz gleichgültig sey, ob man für die tägliche Parallaxe den Winkel tfl oder auch den Bogen ab nach der allgemeinen optischen Bedeutung des Wortes annehmen will.

Die Parallaxe ist also nur bemerkbar bey der Sonne, Mond, den Planeten, Kometen u. s. f. Für einen jeden dieser Himmelskörper hat man aber nur nöthig, die Horizontalparallaxe zu suchen. Um nun dieses zu bewerkstelligen, lassen sich folgende drey Fälle gedenken.

1. Wenn zwey Beobachter an zwey verschiedenen Orten auf der Erdfläche in Ansehung der geographischen Breite ansehnlich weit von einander entfernet sind, aber einerley geographische Länge haben, so muß ein jeder Beobachter nicht nur die Entfernung des Planeten vom Zenith, sondern auch die Polhöhe oder geographische Breite mit möglichster Sorgfalt messen. Zu dem Ende sey (fig. 127.) bfa ein Meridian, in welchem beide Beobachter in a und b ihre Stellen haben. Wenn alsdann ce und cd die Scheitellinien vorstellen, so ist pae die eine, und pbd die andere Entfernung des Gestirnes p vom Zenith, und der Winkel bca der Unterschied beider Polhöhen. Demnach sind in dem Vierecke acpb die Winkel pbc, pac und bca bekannt, und man findet daraus den Winkel bpa. In dem Falle, wie ihn diese Figur vorstellet, hat der eine Beobachter seine Stelle auf der Südseite und der andere auf der Nordseite des Scheitels; alsdann ist der Winkel $bpa = bpc + cpa$, und die Winkel bpc und cpa sind die Höhenparallaxen des Gestirnes p. Hätten hingegen beide Beobachter ihre Stellen in dem Mittagsbogen zwischen cp und ca, so würde alsdann der Winkel $bpa = cpa - bpc$ seyn. Man setze nun die Horizontalparallaxe $= x$, den Winkel $pac = \alpha$, den Winkel $pbd = \beta$, den Winkel $apc = \gamma$. und den Winkel $bpc = \delta$, so hat man

$$\sin. tot : \sin. x = \sin. \alpha : \sin. \gamma \text{ und}$$
$$\sin. tot : \sin. x = \sin. \beta : \sin \delta, \text{ mithin}$$

$$\sin. \gamma = \frac{\sin. \alpha . \sin. x}{\sin. tot.} \text{ und } \sin. \delta = \frac{\sin. \beta . \sin. x}{\sin. tot.}$$

Weil aber gewöhnlich der Winkel bpa sehr klein befunden wird, so kann man ohne merklichen Fehler annehmen, daß sich

sich die Sinus der Winkel x, γ und δ wie die Winkel selbst verhalten, und in dieser Rücksicht hat man

$$\gamma = \frac{x \cdot \sin. \alpha}{\sin. tot.} \text{ und } \delta = \frac{x \cdot \sin. \beta}{\sin. tot.}, \text{ mithin auch}$$

$$\gamma + \delta = \frac{x (\sin. \alpha + \sin. \beta)}{\sin. tot.},$$

und hieraus findet man

$$x = \frac{\sin. tot. (\gamma \pm \delta)}{\sin. \alpha \pm \sin. \beta} = \frac{\sin. tot. \times bpa}{\sin. \alpha \pm \sin. \beta}.$$

2. Wenn die Oerter beider Beobachter nicht völlig einerley Länge haben, so müssen alsdann andere Beobachtungen über den Lauf des Gestirnes angeben, wie groß die Aenderung der Abweichung des Gestirnes in derjenigen Zeit sey, binnen welcher dasselbe aus dem einen Meridian in den andern kömmt. Hiernächst kann man diejenige Beobachtung, welche im westlichen Meridian angestellet ist, auf diejenige bringen, welche mit der andern Beobachtung im östlichen Meridian in einerley Breite zugleich wäre angestellet worden, wenn der westliche Beobachter im östlichen Meridian sich befunden hätte; alsdann läßt sich die Horizontalparallaxe des Gestirnes durch diese Beobachtung eben so, wie im ersten Falle, berechnen.

3. Wären endlich die Breiten beider Beobachtungsörter nicht mit Gewißheit bekannt, so muß ein jedweder Beobachter außer der Entfernung des Gestirnes vom Zenith noch die Entfernung desselben von einem Fixsterne messen, welcher mit dem Gestirn zugleich in Meridian kömmt. Gesetzt also, der eine Beobachter sähe den Fixstern in der Richtung bg, und der andere in der Richtung ah, so laufen nun bg und ah mit einander parallel, und es ist der Winkel bpa = gbp + hap, da alsdann der eine Beobachter das Gestirn südwärts, und der andere nordwärts sieht. Wären aber beide Beobachter auf der einen Seite des Planeten, so würde alsdann der Winkel apb die Differenz beider Entfernungen des Fixsternes vom Gestirne seyn.

Exemp. De la Caille beobachtete am 6ten Octob. 1751 auf dem Vorgeb. der guten Hoffnung den Mars in einer Weite vom Zenith von 25° 2′, und fand den nördlichen Rand desselben 62, 7″ nördlicher, als den Stern λ im Wassermann. **Wargertin** in Stockholm fand diesen Planeten in eben der Zeit in einer Entfernung vom Zenith von 68° 14′, und den nördlichen Rand 6, 6″ südlicher als den Stern λ; demnach war $apb = 33, 3''$. Ferner hat man $\sin. \alpha = \sin. 68° 14' = 9287017$, $\sin. \beta = \sin. 25° 2'' = 4231455$, und es ergibt sich

$$x = \frac{333000000}{13518473} = 24, 63''$$

In dem parallaktischen Drenecke (fig. 126.) flt setze man den Halbmesser der Erde $tl = \varrho$, die Horizontalparallaxe $tfl = \alpha$ eines Planeten, und die Entfernung $ft = \delta$, so hat man $\delta : \varrho = \sin. tot : \sin. \alpha$, folglich

$$\sin. \alpha = \frac{\varrho \cdot \sin. tot.}{\delta};$$

ferner sey die Horizontalparallaxe eines andern Gestirnes $= \beta$, und die Entfernung desselben von dem Mittelpunkte der Erde $= \Delta$, so hat man aus eben dem Grunde $\sin. \beta = \frac{\varrho \cdot \sin. tot.}{\Delta}$, folglich $\sin. \alpha : \sin. \beta = \Delta : \delta$, oder, weil die Winkel α und β alle Mahl klein sind, $\alpha : \beta = \Delta : \delta$, d. h. die Horizontalparallaxen zweyer Gestirne verhalten sich zu einander umgekehrt wie die Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde. Wenn demnach das Verhältniß dieser Entfernungen der Gestirne gegen einander zu der Zeit bekannt ist, da die Horizontalparallaxe des einen Gestirnes gesuchet wurde, so kann man die Horizontalparallaxe eines jeden andern nach einer leichten Regel Detri für eben diese Zeit finden. Zu dieser Zeit da die Horizontalparallaxe des Mars 24, 63″ gefunden ward, war die Entfernung des Mars von der Erde = 0,4354, wenn die mittlere Entfernung der Sonne = 1 angenommen wird; mithin kann man ansetzen

1:0,4354 = 24,63'': Horizontalparallaxe der Sonne in ihrer mittleren Entfernung von der Erde, und man würde selbige 10,72'' finden, nur müßte man sich auf jene beobachteten Zahlen sicher verlassen können. Weil unsere Erde ein an den Polen zusammengedrucktes Sphäroid ist, so folget, daß nicht alle Örter auf der Erdoberfläche von dem Mittelpunkte der Erde gleich weit entfernet sind; demnach kann auch die Horizontalparallaxe eines Planeten bey gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der Erde nicht für alle Oerter auf der Oberfläche der Erde einerley seyn, vielmehr muß sie für einen Ort unter der Linie am größten ausfallen, und würde für einen Ort im Erdpole am kleinsten gefunden werden. Es ist jedoch leicht zu begreifen, daß bey solchen Himmelskörpern, deren Entfernung von der Erde in Vergleichung mit dem Halbmesser derselben sehr groß ist, der Unterschied der für einerley Himmelskörper zu verschiedenen Oertern auf der Erdoberfläche zugehörigen Parallaxen klein sey, und folglich außer Acht gelassen werden kann, welches bey den obern Planeten Statt findet. Allein bey dem Monde wird dieser Unterschied schon bemerklicher werden; er kann sich für einen Ort unter der Linie und für einen zunächst am Pol auf 18'' erstrecken.

Noch andere Methoden, Parallaxen zu finden, lehret **de la Lande** im 9ten Buche seiner Astronomie. Zur genauern Bestimmung der Sonnenparallaxe dienen besonders die Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe.

Aus der Horizontalparallaxe und aus dem Durchmesser der Erde läßt sich die Entfernung der Gestirne von dem Mittelpunkte der Erde durch eine ungemein leichte Rechnung finden. In dem parallaktischen Dreyecke ſtl (fig. 126.) hat man

$$lt : tſ = \text{sin. } ltſ : \text{sin. tot}, \text{ mithin}$$

$$tſ = \frac{\text{sin. tot.}}{\text{sin. } ltſ} \cdot lt, \text{ d. h.}$$

wenn man den Sinus totus durch den Sinus der Parallaxe

des

des Gestirnes dividiret und diesen Quotienten mit dem Halbmesser der Erde multipliciret, so ergibt sich die gesuchte Entfernung.

Exemp. 1. In der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde ist seine Horizontalparallaxe 57′ 3″, mithin findet man

log. sin. 1ſt = 8,2200087 und

$$\text{l.}\ \frac{\text{sin. tot}}{\text{sin. lt}\text{ſ}} = 1{,}7799913 \text{ und daher}$$

tſ = 60, 25 × lt, als die mittlere Entfernung von der Erde.

Exemp. 2. Für die Sonne hat **de la Lande** die Horizontalparallaxe = 8,6 Sek. gefunden. Weil hier der parallaktische Winkel sehr klein ist, so hat man nur nöthig den Bogen, welcher dem Sinus totus gleich ist, oder die Zahl 206264, 8″ durch 8,6 zu dividiren; mithin hat man

$$t\text{ſ} = \frac{206264{,}8}{8{,}6} = 23984 \cdot lt$$

Uebrigens verursachet die Parallaxe, daß die Himmelskörper in dem Vertikalkreise, worin sie sich befinden, auf der Oberfläche der Erde gesehen niedriger erscheinen, als wenn sie aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet würden. Demnach werden auch durch die Parallaxe die gerade Aufsteigung, die Abweichung, Länge und Breite des Gestirnes verändert. Man muß also von der Höhenparallaxe noch die Rectascensional- Declination- längen- und Breitenparallaxe unterscheiden.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 226 f.

Parallaxe der Erde, jährliche Parallaxe (parallaxis orbis annua, prostaphaeresis orbis, parallaxe de l'orbite, parallaxe absolue) heißt der Unterschied der optischen Orte eines Gestirnes, wenn man es aus zwey verschiedenen Orten der Erdbahn, oder wie bey den Planeten angenommen wird, aus der Sonne und einem Orte der Erdbahn

Erdbahn betrachtet. Hier nimmt man statt des Mittelpunktes der Erde die Sonne und statt des Ortes auf der Erdbahnoberfläche eine Stelle der Erdbahn. Es ist daher die Parallaxe der Erdbahn die Differenz des heliocentrischen und geocentrischen Ortes. M. s. **Geocentrisch, Heliocentrisch.**

Es sey (fig. 128.) ♈ t ♎ m die Erdbahn, t die Erde, ſ die Sonne und ein Planet in p, so wird dieser von der Sonne in der Richtung ſ p, und von der Erde in der Richtung t p gesehen, und es wäre eigentlich der Winkel t p ſ die Parallaxe der Erdbahn. Bey der Theorie der Planeten ist es aber gewöhnlich, den Ort des Planeten p durch eine auf die Ebene der Erdbahn gezogene senkrechte Linie p n auf die Ekliptik zu reduciren, wo nun die Linie ſ n m dessen heliocentrische und t n μ die geocentrische Länge bestimmt. Der Unterschied dieser beiden Längen oder der Winkel t n ſ heißt alsdann die **Parallaxe der Erdbahn.**

Durch diese Parallaxe werden die beträchtlichsten Veränderungen in der scheinbaren Bewegung der Planeten und Kometen verursachet und bewirket, daß uns ihr an sich ungleicher Lauf noch ungleicher erscheinet. Durch sie werden die scheinbaren Stillstände und Rückgänge der Planeten und Kometen veranlasset, da sonst ihr Lauf aus der Sonne gesehen beständig rechtläufig seyn würde.

Was aber die Fixsterne betrifft, so hat man an selbigen noch keine Spur einer jährlichen Parallaxe entdecken können. Von der Erde aus erscheinen sie aus ♈ eben so wie aus ♎, und die Gesichtslinien ♈ l und ♎ l nach ein und dem nämlichen Fixsterne scheinen unter sich parallel zu seyn, obgleich die beiden Stellen der Erdbahn auf 24000 Erddurchmesser von einander abstehen.

Wenn man bey den Fixsternen eine Wirkung der jährlichen Parallaxe wahrnehmen sollte, wobey z. B. die Gesichtslinie aus ♎ des Sternes l nach ♎ λ gerichtet wäre, so müßte die Breite des Sternes oder der Winkel der Gesichtslinie mit der Ekliptik bey ♎ größer als bey ♈ seyn, weil λ ♎ e größer als l ♈ e ist, d. h. der Fixstern müßte eine

eine größere Breite besitzen, wenn er der Sonne gegen über gesehen wird, und um Mitternacht durch den Mittagskreis gehet, eine kleinere, wenn er bey der Sonne erscheinet.

Viele ältere Astronomen haben dieserwegen häufige Beobachtungen über die Entfernungen der culminirenden Sterne vom Zenith angestellet, woraus ihre Stellen am Himmel am leichtesten bestimmt werden können. In Uranienburg fand **Tycho** die größte Höhe zu entgegengesetzten Zeiten einerley α), und machte daraus den Schluß, daß die jährliche Parallaxe unmerklich sey. Man wendete dieß als einen Einwurf gegen das copernikanische System an, indem man glaubte, es müsse sich eine Parallaxe zeigen, wenn sich die Erde wirklich um die Sonne bewegte. **Picard, Hook, Flamstead** und **Jakob Cassini** gaben sich hierüber außerordentliche Mühe, und bemerkten auch in der That kleine Veränderungen in den Stellen der Fixsterne, ohne jedoch beweisen zu können, daß sie von der jährlichen Parallaxe herrührten. Selbst **Horrebow** glaubte sich berechtiget zu halten, aus seinen und **Römers** Beobachtungen eine jährliche Parallaxe von 30 Sekunden ableiten zu können, und gründete hierauf eine Vertheidigung des **Copernikus** β), allein **Manfredini** γ) bewies, daß diese Erscheinungen nicht mit der Wirkung einer von der Erdbahn herrührenden jährlichen Parallaxe zusammenstimme. Gleichwohl suchte der jüngere **Horrebow** δ) seines Vaters Meinung zu vertheidigen; allein es war zu dieser Zeit bereits die Entdeckung des **Bradley** bekannt, daß diese kleinen Veränderungen der Fixsterne von einer scheinbaren jährlichen Bewegung herrühren, welche eine ganz andere Ursache hat. M. s. **Abirrung des Lichtes**. **Bradley**, welcher hierauf besonders bey seinen äußerst feinen Beobachtungen acht gab,

α) *Kepler* epit. astronom. Copernic. L. III. p. 493.
β) Copernicus triumphans. Hafn. 1727. 4.
γ) Diss. de annuis inerrantium stellarum aberrationibus. Bonon. 1729. 4.
δ) De parallaxi fixarum annua. Havn. 1740. 4. u. d. act. erud. Lipf. 1748. p. 190.

gab, versichert, daß er eine jährliche Parallaxe an den Fixsternen würde bemerket haben können, wenn diese eine Sekunde austrüge. Nachher sind noch sehr genaue Beobachtungen von verschiedenen Astronomen über die Parallaxe des Sirius, wiewohl ohne den gehofften Erfolg, angestellet worden.

Daraus folgt nun die im eigentlichsten Sinne unermeßlichen Weite der Fixsterne von der Erde, so daß sogar alle aus dem Umfange der Erdbahn nach einerley Fixstern gezogene gerade Linien unter sich als parallel zu betrachten sind, und daß der ganze Umkreis von dem größten und nächsten Fixsterne aus betrachtet als ein einziger Punkt angesehen werden kann. Um nur einiger Maßen zu zeigen, wie groß die Entfernung eines größten Fixsternes, z. B. des Sirius von der Erde ist, nehme man an, die Parallaxe desselben sey = 1 Sekunde, so hat man nach der im vorigen Artikel angegebenen Rechnung

$$\text{die gesuchte Entfernung} = \frac{\text{sin. tot.}}{\text{sin. } 1''} . 24000 \text{ Erdhalbm.}$$

$$= 2079000 \times 24000 \text{ Erdhalbm.}$$

Da man aber vermöge der Beobachtungen die Parallaxe selbst des nächstens Fixsternes gar nicht ein Mahl = 1″ annehmen kann, so folgt, daß ein solcher Fixstern noch sehr viel weiter von der Erde entfernet seyn muß, als diese Rechnung zeiget.

Weil der Halbmesser der Erde nur den 24000 Theil von dem Halbmesser der Erdbahn ausmacht, so kann auch die tägliche Parallaxe der Fixsterne nur $\frac{1}{24000}$ der jährlichen, mithin bey weiten noch nicht $\frac{1}{24000}$ einer Sekunde betragen. Daraus sieht man, daß es ganz unmöglich ist, nur einige Wirkung der Parallaxe an den Fixsternen wahrzunehmen.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 621. 622.

Parallelkreise (circuli paralleli, paralleles) heißen in der Astronomie und Geographie diejenigen Kreise auf der Himmels- oder Erdkugel, welche mit dem Aequator parallel sind. Von den Parallelkreisen auf der Himmelskugel s. m. den Artikel, **Tagekreise.**

Es sey (fig. 129.) g ein Ort auf der Erdfläche, so kann durch diesen ein Kreis mit dem Aequator a h b parallel geleget werden, und dieser wird der **Parallelkreis** des Ortes g genannt. Alle diejenigen Oerter, welche in diesem Parallelkreise liegen, haben von dem Aequator einerley Entfernung oder einerley geographische Breite. Ein solcher Kreis wird, wie alle übrige Kreise, in Grade, Minuten, Sekunden u. s. abgetheilet. Die Grade und Theile der Parallelkreise sind aber kleiner, als die eines größten Kreises der Erdkugel, als z. B. des Aequators und der Erdmeridiane. Für den Sinus totus c d würde in dem rechtwinkligen Dreyecke c f d der Halbmesser f d des Parallelkreises den Sinus von p d oder den Cosinus von d b, oder von der Breite des Parallelkreises vorstellen; demnach hat man

$$fd = cd \times \cos. \text{Breite}$$

Da nun für alle Parallelkreise c d gleich bleibet, so **verhalten sich auch ihre Halbmesser, mithin ihre Umkreise oder Theile davon wie die Cosinus der ihnen zugehörigen Breiten,** folglich ist

Grad des Parallelk. = Grad des Merid. $\times$ cos. Breite.

Für Jena beträgt z. B. die Breite $51^\circ\ 2'$, wovon der Cosinus = 0,6288682, mithin der Grad des Parallelkreises = 0,6288682 $\times$ 15 = 9,433023 geographische Meilen.

In vielen geographischen Lehrbüchern findet man eine Tafel über die Parallelkreise und ihrer Grade unter dem Nahmen Canonion Apiani. Es hatte sie nämlich **Peter Apian** *) berechnet, und die Grade der Parallelen in Meilen und Sechzigtheilen oder Minuten der Meile angegeben.

*) Cosmographicus liber. Ingolst. 1524. 4.

Funk *) hat eine Tafel in Meilen und deren Decimaltheile mitgetheilet.

Sehr oft, besonders auf Landkarten werden die Grade der Parallelkreise auch **Grade der Länge** genannt. Es läßt sich nämlich der Unterschied der Längen von beiden Oertern g und e auf der Erdfläche, welcher eigentlich h a ist, durch den Bogen g e ausdrucken, weil er eben so viele Grade und Theile davon, aber nur kleinere, als der Bogen h a besitzet.

Weil die Parallelkreise mit dem Aequator gleichlaufend sind, so müssen sie auch von allen Meridianen der Erde senkrecht geschnitten werden. Es ist daher die Richtung des Parallelkreises auf der Mittagslinie eines jeden Ortes senkrecht, und zeigt im Horizonte Abend und Morgen an. Geht man also von g aus entweder immer westwärts oder ostwärts, so bleibt man beständig in einerley Parallelkreise, und umreiset die Erdkugel oder vielmehr den Pol p auf einem kürzern Wege, als im größten Kreise.

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathemat. Geographie §. 40.

Parallelstrahlen (radii paralleli, rayons paralleles) heißen Lichtstrahlen oder Gesichtslinien, welche unter sich gleichlaufend sind, oder wenigstens von der parallelen Lage sehr wenig abweichen.

In den optischen Wissenschaften wird sehr oft von Parallelstrahlen geredet, welche aus einem leuchtenden Punkte ausgehen. Im eigentlichsten Verstande kann es aber dergleichen nicht geben, weil jederzeit die Strahlen, welche aus einem einzigen Punkte sich umher verbreiten, divergiren müssen; ist jedoch ihre Divergenz sehr geringe, oder der Winkel, welchen die aus dem Punkte ausgehenden Strahlen mit einander machen, sehr klein, so lassen sich auch diese Strahlen als solche betrachten, die mit einander parallel sind. Gesetzt, es wäre dieser Winkel (fig. 130.) f nicht größer

*) Anfangsgründe der mathemat. Geographie Leipz. 1771. 8. §. 114.

größer als 1'', so ist alsdann fb = 2079000. ab. (M. s. **Parallaxe der Erdbahn**); demnach kann man Lichtstrahlen für parallel halten, wenn der Punkt, aus dem sie ausgehen, 2079000 Mahl weiter entfernet ist, als die Strahlen selbst von einander abstehen. Auf diese Weise lassen sich alle Strahlen für parallel annehmen, welche aus einerley Punkt der Sonne auf eine Quadratmeile der Erdfläche fallen.

Paraselenen s. **Nebenmonde.**

Parhelien s. **Nebensonnen.**

Parkerische Maschine, Parkers Glasgeräthschaft zur Imprägnation des Wassers (apparatus Parkeri, appareil de Parker pour imprègnation de l'eau). Eine eigene Vorrichtung von Glas, um mittelst selbiger einige Gasarten, welche sich im Wasser nach und nach auflösen lassen, bequem damit in Verbindung zu bringen. Die erste Absicht hiermit war vorzüglich, Wasser mit fixer Luft (Luftsäure) zu imprängniren.

Es hatte bereits D. **Saup** [α]) behauptet, daß das pyrmonter Wasser etwas den erstickenden Dämpfen der Hundsgrotte ähnliches enthalte; auch D. **Brownrigg** [β]) hält das elastische Wesen der Spaa- und Pyrmonterbrunnen für etwas mit den erstickenden Schwaden der Bergwerke übereinkommendes, und **Lane** [γ]) glaubt, daß diese im Wasser gleichsam fixirte Luft das Eisen auflöslich mache. Nachdem aber die Natur der fixen Luft durch D. **Black** und **Priestley** genauer untersuchet, und die Möglichkeit dargethan wurde, daß sich dieses Gas mit dem Wasser verbinden ließe, so fing man auch an, auf Geräthschaften zu denken, wodurch man im Stande wäre, eine Quantität Wasser mit Luftsäure anzuschwängern, und auf diese Weise ein künstliches Sauerwasser zu bereiten. **Priestley** selbst zeigte zuerst,

α) Beschreibung der pyrmontischen Sauerbrunnen und Stahlwasser. Hannover 1750. 8.

β) Philosoph. transact. Vol. LV. for 1765.

γ) Philosoph. transact. Vol. LIX. for 1769.

zuerst, wie man dieses bewerkstelligen könne; allein er zieht doch die von **Parker** angegebene Methode der seinigen vor.

Der erste Erfinder der parkerschen Geräthschaft ist eigentlich D. **Nòth** *); **Parker** aber hat sie ansehnlich verbessert, und bequemer eingerichtet, und hat daher auch von ihm den Nahmen der **parkerschen Maschine** erhalten. Sie ist von **Priestley** beschrieben worden.

Es besteht diese Maschine aus drey genau in einander passenden gläsernen Gefäßen (fig. 131.) A, B, C; das unterste C läuft kegelförmig in eine, ungefähr 1½ Zoll weite Oeffnung zu, und hat einen flachen nach innen erhabenen Boden. An der Seite hat dieß Untertheil auch noch eine Oeffnung mit einem eingeriebenen Glasstöpsel a. Dieß untere Gefäß muß nicht zu klein, besonders nicht zu niedrig seyn. In die Oeffnung desselben paßt das mittlere Gefäß B, welches kugelförmig ist, und den wesentlichsten und künstlichsten Theil der Maschine ausmacht. Es hat unten einen Hals, welcher in die Mündung des vorigen genau und luftdicht eingeschliffen ist. In diesem Halse befinden sich zwey senkrecht über einander stehende gläserne Zapfen, welche mit mehreren Haarröhrchen durchlöchert sind, und welche die fig. 132. besonders vergrößert vorstellet. Zwischen diesen beiden gläsernen Zapfen ist aber ein kleiner Raum, welchen ein planconvexes Linsenglas d einnimmt, daß es mit seinem flachen Theile auf dem untersten Zapfen ruhet. Dieß Linsenglas hat einigen Spielraum, und dienet als Ventil, die durch die Haarröhren aufsteigende Luft durchgehen, aber keine Flüssigkeit zurückgehen zu lassen. Dieß mittlere Gefäß endiget sich auch oben in eine ungefähr einen Zoll weite Oeffnung, und hat noch unten zur Seite eine andere Oeffnung b, welche mit einem eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen werden kann. In diesen mittleren Theil der Maschine paßt das obere ebenfalls kugelförmige Gefäß A, welches sich unten in einen Hals endiget, der in die Oeffnung des vorigen genau und luftdicht eingeschliffen ist, und in eine engere

*) Philosoph. transact. Vol. LXV. P. I. n. 4. p. 59.

etwas krummgebogene Röhre ausläuft, die fast bis zur Mitte des mittleren Gefäßes herabsteiget. Die Mündung des obern ist mit einem kegelförmigen eingeriebenen Glasstöpsel geschlossen.

In das unterste Gefäß dieser Geräthschaft wird gestoßener Marmor, Kreide, Kalkstein u. dergl. geschüttet, und darüber verdünntes Vitriolöl gegossen; das mittlere Gefäß wird mit Wasser voll angefüllt, und alsdann alles gehörig zusammengesetzet. Das in dem untern Gefäß sich entwickelnde kohlensaure Gas geht nun durch das Ventil in B über, und erhebt sich in den obern Theil dieses Gefäßes über die Wasserfläche. Es treibt daher die Elasticität dieses Gas einen Theil Wasser aus dem Gefäße B durch die gebogene Röhre in das Gefäß A. Der in B zurückbleibende Theil Wasser ist nun mit dem Gas in Berührung, welches auch beständig durch dasselbe hindurch gehet. Das Wasser wird dadurch nach und nach mit dem Gas imprägniret, und kann durch die Oeffnung b abgelassen werden, in welchem Falle das nach A getriebene Wasser sich wieder in das Gefäß B herabbegibt. Die Anschwängerung des Wassers mit dem Gas wird durch Schütteln des ganzen Apparats befördert, indem dadurch das Wasser in einer größern Fläche vom Gas berühret wird. Selbst der Druck des ins Gefäß A getretenen Wassers beschleuniget diese Operation. So oft das imprägnirte Wasser durch b abgelassen wird, wird eben so viel frisches Wasser in A wieder zugeschüttet. Die Oeffnung a des untern Gefäßes dienet, um frische Materialien hineinzubringen, oder dieselben im nöthigen Falle während der Operation umzurühren. Das Gefäß C kann etwa 3 bis 5 Pfund, das mittlere B etwas über 5 Pfund Wasser halten. Durch Anschwängerung des Wassers mit kohlensaurem Gas erhält es die Natur der Sauerbrunnen.

Durch diese Geräthschaft kann man auch andere Flüssigkeiten mit kohlensaurem Gas, oder auch Wasser mit andern

dern Gasarten, welche zu ihrer Entbindung keinen großen Grad von Wärme verlangen, anschwängern.

Andere Vorrichtungen zu dergleichen Operationen haben nachher **Bergmann** [α]), **Magellan** [β]), **Withering** [γ]) und **Baader** [δ]) angegeben. Die Geräthschaften von **Withering** und **Baader** verdienen vor den übrigen etwas näher angeführt zu werden, besonders da erstere vorzüglich nicht kostbar ist, und viel Wasser so stark als möglich ohne viele Umstände anschwängert, und selbiges ungeschwächt erhält, wenn etwa des Jahres ein Mahl die Fugen und Hähne mit ungesalzenem Fette verschmieret werden.

Der Apparat von **Withering** besteht (fig. 133.) aus zwey gläsernen Gefäßen A und B, wovon das erstere bis an den Hals 10 Zoll hoch, und 6 ½ Zoll im Durchmesser, das zweyte am konischen Theile 12 Zoll hoch, oben am Halse 1 ½ Zoll und am Boden 5 Zoll weit ist. Durch den Stöpsel des Gefäßes B geht ein kupfernes Rohr a, welches an die biegsame Röhre d befestiget ist. Diese Röhre ist von Leder, luftdicht und durch einen gewundenen durchgehenden Draht beständig offen. Auch enthält ihr anderes Ende ein kupfernes Rohr g, welches konisch zuläuft und mit einem Hahn versehen ist. Dieses paßt in die Oeffnung des Rohres h mit dem Hahne i, welcher dazu dienet, die Luft abzuhalten, wenn g aus h herausgenommen wird. Das Rohr h enthält zur Seite zwey Schweinsblasen l, l, und unter selbigen noch einen Hahn k, um das Eindrigen des Wassers in diese Blasen zu verhüten, wenn das Gefäß A geschüttelt werden muß. Eine andere Blase c ist an einer in ein Knie gebogenen und mit einem Hahne b versehenen

α) De aquis medicatis frigidis arte parandis; in sein. opusc. phys. chem. Vol. I. p. 185 sq.

β) Beschreibung eines Glasgeräths, vermittelst dessen man mineralische Wasser in kurzer Zeit und mit geringem Aufwande machen kann. A. d. Engl. von Wenzel. Dresd. 1780. 8.

γ) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. V. St. 1. S. 104 f.

δ) Beschreibung verschiedener Maschinen zur Anschwängerung des Wassers mit Luftsäure; in Grens Journ. der Phys. B. III. S. 3 u. f.

Röhre fest gemacht. Dieser Hahn wird gebrauchet, die Verbindung der Blase c mit dem Gefäße B, in welches die Röhre hineingehet, nach Belieben aufzuheben. Auch geht in das Gefäß B ein gläserner Trichter e mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel f. Auch befindet sich noch eine Oeffnung m in dem Gefäße A, welche mit einem Glasstöpsel oder mit einem silbernen Hahne verschlossen ist, um das angeschwängerte Wasser abzulassen. Mit dem kupfernen Rohre h ist endlich noch die kupferne Röhre n verbunden, welche fast bis zum Boden des Gefäßes A hinabgehet.

Beym Gebrauche dieses Apparates wird das Gefäß A ganz mit Wasser angefüllt; in B aber bringt man gröblich gestoßenen Marmor oder Kreide, daß der Boden ungefähr zwey Zoll hoch bedecket ist, und gießt hierauf so viel Wasser etwa in derjenigen Höhe, als die punktirte Linie anzeiget, hinzu. Der Hals des Gefäßes A wird mit einem Kork verschlossen, durch selbigen die Röhre n gesteckt, und über den Kork fließendes Siegellack oder Wachs gegossen, um allen Zugang der äußern Luft abzuhalten. In den Hals des Gefäßes B wird ein Stück Mahagonyholz eingepaßt, welches zuerst konisch abgedrehet, und etwas stärker gelassen worden, als es die Weite des Halses erfordert; dieses Stück Holz wird in geschmolzenes Wachs gethan und solches heiß gemacht, bis das Holz schwarz zu werden anfängt; ist es wieder kalt geworden, so wird es nun genau nach der Weite des Halses abgedrehet. Die Röhren b, a, e gehen durch diesen hölzernen Stöpsel, in welchem sie luftdicht eingesetzet sind.

Aus der Blase c wird hierauf alle Luft ausgepreßt, die Hähne b und k werden verschlossen, g und i geöffnet, die Luft aus den Blasen l, l gedrückt und g in h luftdicht gesteckt. Hiernächst gießt man einen Löffel Vitriolöl durch den gläsernen Trichter e in das Gefäß B, welcher sodann gleich verschlossen wird. Die in dem Gefäße B entwickelte Luft geht durch die Röhre d in die beiden Blasen l, l, und treibt sie auf. Hierauf wird der Hahn k geöffnet, und durch

durch die Oeffnung m ungefähr der vierte Theil des im Gefäße A enthaltenen Wassers abgelassen; der dadurch im Gefäße A leer gewordene Theil füllt sich nun mit der entwickelten Luft, welche vom Wasser verschluckt, aber aus den Blasen immer wieder ersetzet wird, indem sich in B immer neue entwickelt. Wenn die Blasen zusammenfallen, so muß mehr Vitriolöl zugegossen werden. Will man die Anschwängerung durch eine schnelle Operation bewerkstelligen, so werden die Hähne bey g und i verschlossen und b geöffnet; hierauf sondert man g und h und schüttelt das Gefäß A. Während dieser Zeit geht das in B entwickelte Gas in die Blase c, aus welcher es wieder in die Blasen l, l geleitet werden kann, wenn der Apparat wie zuvor zusammengesetzet wird. So lange das Gefäß A geschüttelt wird, muß k verschlossen bleiben, und erst wieder geöffnet werden, wenn neue Luft aus l, l hinzukommen soll. Uebrigens muß, wenn diese Operation gut von Statten gehen soll, die Wärme des Zimmers nicht über 44 Grad nach Fahrenheit gehen.

Durch dergleichen künstliche Anschwängerungen ist es aber nicht leicht, den Grad der Sättigung zu erreichen, welcher bey einigen natürlichen Sauerwassern Statt findet, theils weil in verschlossenen Gefäßen durch das Verschlucken des luftsauren Gas eine Leere entsteht, welche der Wiederentbindung des verschluckten Gas günstig ist, und theils, weil die dazu nöthige Bewegung fehlet. Aus diesen Gründen hat Herr D. **Baader** drey Einrichtungen angegeben; wobey diese Fehler vermieden werden.

Bey der ersten dieser Maschinen wird ein luftdichter Blasebalg mit kohlensaurem Gas angefüllt, und selbiges durch das zinnerne Rohr des Blasebalges in einen mit Wasser gefüllten gläsernen Cylinder getrieben. Dieser Cylinder ist ebenfalls, wie der Cylinder einer Elektrisirmaschine gefaßt, so daß man ihn mittelst einer Kurbel in schnellen Umlauf bringen kann. Durch die Mitte desselben geht eine zinnerne Schweidewand mit vielen Löchern, durch welche

bey der Umdrehung das Wasser durchgetrieben, und mit dem eingelassenen Gas stark durch einander geschüttelt wird.

Die zweyte Maschine stellt die fig. 134. vor. Das gläserne Gefäß A hat oben drey Oeffnungen c, a, b, so wie auch unten eben so viele d, e, f. Durch die Oeffnung a wird es mit Wasser gefüllt, das nachher nöthigen Falls durch e wieder abgelassen werden kann. Die beiden cylindrischen Blasebälge C und D sind mit dem gläsernen Gefäße A durch kleine zinnerne Röhren vermöge der Oeffnungen c und b, und durch zwey längere m, m und n n vermöge der untern Oeffnungen d und f in Gemeinschaft. Die beiden kleinen Röhren haben bey ihrer Mündung in dem Blasebalge Ventile, welche sich nach innen in den Blasebalg öffnen. Auch bey d und f befinden sich zwey Ventile, welche sich nach den Mündungen des gläsernen Gefäßes A öffnen, in welchen zwey mit Haarröhrchen durchborte Stöpsel ſ, ſ stecken, welche den in der parkerschen Maschine ähnlich sind.

Die kleine kupferne Röhre k hat eine Verbindung mit dem Blasebalge D, und besitzet zugleich einen Hahn. Auch ist an dieser Röhre das biegsame lederne Rohr o o befestiget, welches am Ende l ein Stück Kork enthält, das in die Oeffnung der Entbindungsflasche B gesteckt und eingeklebet wird. Die Entbindungsflasche B besitzet noch eine andere Oeffnung in dem horizontalen Halse h, in welchem der Hals einer Retorte G, die die Vitriolsäure enthält, eingeschmirgelt ist. Durch diese Einrichtung kann man nach Gefallen von Zeit zu Zeit, so viel Vitriolsäure, als nöthig ist, in die Entbindungsflasche gießen, ohne das luftsaure Gas heraus, oder atmosphärische Luft hinein zu lassen, indem man nur die Retorte umzudrehen brauchet.

Das gläserne Gefäß A wird bis auf einige Finger breit unter seiner obern Oeffnung mit Wasser angefüllt, und bey a offen gelassen. Die beiden Blasebälge C und D werden dicht zusammengedrückt, und hiernächst wird eine Vermischung der Kalkerde mit der Säure in B vorgenommen, während der Hahn k offen ist. Dieses Gas tritt in den

Blasebalg D, nach dessen Füllung man den Hahn k wieder verschließt, und es durch gelindes Zusammendrücken des Balges durch die Röhre mm in das Wasser preßt. Dasjenige, welches sich nicht mit dem Wasser verbindet, treibt die atmosphärische Luft über der Wasserfläche heraus. Nun verschließt man die Oeffnung a, mithin geht alsdann das luftsaure Gas, das sich nicht mit dem Wasser verbindet, durch die Seitenröhre c in den Blasebalg C, und füllt diesen an. Durch gelindes Zusammenpressen wird auch dieß genöthiget, durch die Röhre nn in das Gefäß A zu gehen u. s. f. Das hinlänglich angeschwängerte Wasser wird durch e abgelassen, während a offen ist.

Die dritte Maschine des Herrn **Baader** ist zur Anschwängerung des Wassers im Großen bestimmt; es wird daher statt des Glasgefäßes ein großes, dichtes, hölzernes Faß angewendet; auch das Entbindungsgefäß ist von hinlänglich starkem Holze. Die Blasebälge haben nicht die cylindrische, sondern die insgemein gewöhnliche Gestalt. Die übrige Einrichtung ist eben so wie bey der zweyten Maschine.

Noch zeigt Herr **Wilke** *), wie man statt des Schüttelns die Luftsäure mit dem Wasser durch einen Wirbel in größere Verbindung bringen könne.

M. s. **Tiber. Cavallo** Abhandlung über die Eigenschaft der Luft und der übrigen beständig elastischen Materien. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8.

Passageinstrument s. **Culmination.**

Passatwinde, Mussons (venti anniuersarii, mouſſons) heißen diejenigen Winde, welche eine Zeit des Jahres hindurch nach einer gewissen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengesetzten Richtung wehen. Dergleichen Winde finden sich häufig besonders auf dem ostindischen, chinesischen und andern eingeschränkten Meeren zwischen den Wendekreisen.

*) Neue Weisen, Wasser mit Luftsäure zu sättigen; aus den neuen schwedisch. Abhandlung. B. III. S. 169 f. übers. in Crells chemischen Annalen 1785. B. I. S. 169 ff.

Diese Winde sind östlich, und nehmen ihre Richtung nach Süden; sehr oft kommen sie von der Südseite, und machen den Ost-süd-ostwind, und von der Nordseite, da sie dann den Ost-nord-ostwind darstellen. Die Südwinde indessen erstrecken sich oft bis jenseits der Linie. Diese Winde sind auf dem großen Südmeere sehr regelmäßig, und sie wehen bis an die afrikanische Küste hin, von der Seite von Madagascar; allein vom indischen Archipel bis an dieselben Küsten von Afrika, nordseits der Linie, verändern sie sich alle 6 Monathe.

Nachrichten von den Passatwinden findet man aus den Berichten der Ostindienfahrer und der ältern Geographen, gesammelt beym **Halley** [α]) und **Musschenbroek** [β]), welcher sie motiones nennt. Von den Passatwinden des indischen Meeres handelt am vollständigsten eine Schrift vom Kapitain **Forrest** [γ]).

Die Ursachen von den regelmäßigen Winden hat **Halley** vorzüglich in den verschiedenen Stellungen der Sonne nach den Jahreszeiten gesuchet, dabey aber auch zugleich auf die Beschaffenheit des Bodens, auf die Lage der Gebirge u. dergl. Rücksicht genommen. Nach ihm wird durch die Erwärmung der Luft in Arabien, Persien und Indien vom Aprill bis zum September ein Wind verursachet, der dem allgemein in diesen Gegenden herrschenden Nordost entgegengesetzet ist, mithin ein Südwestwind; dagegen der Nordost im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge noch mehr verstärket wird. Allein die von **Halley** angeführten Ursachen von der Entstehung der Passatwinde scheinen noch nicht hinreichend zu seyn, da dergleichen in andern Meeren unter gleicher Breite von eben denselben Ursachen nicht entstehen.

Herr

α) An historical account of the trade-winds and monsoons observable in the seas between and near the tropiks; in den Philosoph. transact. n. 183. p. 153.

β) Introduct. ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2570 sqq.

γ) A treatise on the monsoons in East-India. Lond 1784. 8.

Herr Zube *) leitet die Entstehung der Passatwinde, welche auf dem Meerbusen zwischen Arabien, Persien und Malabar herrschen, wie auch die auf dem Meerbusen von Bengalen, welche die bekanntesten sind, von den weit ausgedehnten, hohen und bergigen Ländern, welche beide Meerbusen gegen Norden umgeben, her. Diese werden nämlich im Winter viel stärker erkältet, als die angrenzenden Meere, und daher fließt die Luft von ihnen oft mit Ungestüm gegen die Linie, mehrentheils nordöstlich wegen der Drehung der Erde, zuweilen aber auch ganz nördlich, wenn etwa über dem Lande Westwinde herrschen. Im Sommer wird dagegen in jenen Ländern die Hitze zuletzt unerträglich; der Nordostwind hört daher zuletzt völlig auf, und die Luft fängt an von der Linie gegen Norden zu fließen. Diese hat wegen der Drehung der Erde eine immer mehr westliche Richtung, je weiter sie über dem Meere fortgehet, und sie führt, weil alsdann die Regenzeit disseits der Linie ist, schwere Gewölke mit sich, die sie gegen die Küste von Malabar treibt, wo sie sich an das hohe Gebirge Gate hängen, und in die heftigsten Platzregen ergießen.

Ueber der Küste von Koromandel ist indessen während des Sommers die in den Gebirgen von Dünsten gereinigte westliche Luft heiter. Während des Winters aber wird die Luft von Nordosten her gegen dieselben Gebirge getrieben, und es bilden sich daselbst in ihr durch die Kälte, in den kältesten Monathen, dem November, December und Januar an der westlichen Seite eine Menge schwerer Gewölke, welche nachher mit Westwinden herauffkommen, und auf der Küste Regen und Ungewitter veranlassen. Indessen ist der Himmel in Malabar heiter. Dieser Unterschied so naher Länder rührt eben von dem Gebirge Gate her, welches beide von einander sondert. Im Anfange des Winters erkalten die hohen gatischen Gebirge viel stärker und schneller als die tiefen Gegenden und das Meer, die Luft an ihnen wird daher

*) Ueber die Ausdünstung. Kap. 61. S. 352 u. f. und vollständ. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. 35 Brief. S. 270 f.

her schwer, und bewegt sich unten an der Erde gegen das Meer zu. Auf diese Weise entstehet der Westwind in Koremandel vom November bis Januar, und weil die wärmere nach den Bergen zu fließende Luft sich über dem Lande erheben muß, und dadurch erkältet wird, so schlagen sich aus ihr die Dünste nieder, und verursachen starke und anhaltende Regen.

Nach **de la Metherie** *) ist es vorzüglich die Sonne, welche macht, daß der Luftstrom eher von der Seite von Afrika, als von dem Meere, das jenseits Indien ist, herkömmt; denn in derselben Zeit, da die Sonne in unserm Gesichtskreise ist, erwärmt sie auf eine außerordentliche Art den ganzen Theil von Afrika, der dießeit des Aequators liegt, Aethiopien, Abyssinien, Aegypten u. s. f. und muß demnach die Nordwestwinde hervorbringen; denn die Luft ist daselbst weit dünner, als die, welche über dem indischen Meere ist; sie muß daher von dieser Seite entweichen, so wie sie über dem atlantischen Meere von der Seite des Cap Vert und des Cap des Canaries ihre Stelle verläßt, welcher Umstand Gelegenheit gibt, daß der Ostwind mehrere Stärke erhält; zu derselben Zeit treibt sie die Dünste des rothen Meeres, des persischen Meerbusens und selbst einen Theil der Dünste des mittelländischen Meeres gegen die Gebirgskette an den Küsten, besonders bey Malabar, und dadurch entstehen starke und anhaltende Regengüsse. Diese Regen kühlen die Luft ab, und verdichten sie noch stärker, so daß der Strom um so mehr genöthiget wird; seine Richtung nach Westen zu nehmen. Die Gipfel der abyssinischen Berge, welche mehr nach Osten als nach Westen gekehret sind, tragen auch etwas zur Richtung des Laufs der Hundstagswinde bey, und diese verschiedenen Ursachen sind es, welche den Westmousson auf dem indischen Meere zu der Zeit, wenn wir Sommer haben, hervorbringen. Im Winter finden diese Ursachen nicht Statt, der Ostmousson oder der ordentliche Wind erhält daher seine gewöhnliche Rich-

*) Theorie der Erde. A. d. Franz. B. I. Leipz. 1797. S. 197.

Richtung wieder, und führt die Regenzeit nach Koromandel hin, weil die Dünste des indianischen Meeres verdichtet und nach der östlichen Kette des Gebirges Gate getrieben werden.

Pendel, Pendul (pendulum, funependulum, pendule) heißt ein jeder schwerer Körper, welcher entweder mittelst eines Fadens oder sonst etwas an einem Orte aufgehänget worden, so daß er sich um die Stelle frey drehen kann. Die Stelle, um welche sich das Pendel drehet, wird auch der **Aufhängungspunkt** (centrum s. punctum suspensionis) genannt.

Es ist für sich klar, daß das Pendel nicht anders ruhen kann, als wenn der Aufhängungspunkt mit dem Schwerpunkt des Pendels in einerley vertikalen Linie liegt. M. s. **Schwerpunkt.** Wird hingegen das Pendel in die geneigte Lage (fig. 135.) a b gebracht, und sich selbst überlassen, ohne ihm im geringsten einen Stoß zu geben, so beweget es sich in einem Kreisbogen nach der vertikalen Richtung a c zu; hat es diese in seiner Bewegung erreicht, so hat es nun eine Geschwindigkeit erhalten, welche ein Körper erhalten haben würde, wenn er von der Stelle an, da das Pendel herabfiel, frey auf die Horizontallinie, welche durch den untersten Punkt des Kreisbogens gezogen werden kann, herabgefallen wäre. M. s. **Fall der Körper.** Mithin muß es nun auf der andern Seite in dem Kreisbogen c d eben so hoch steigen, als es von b nach c herabgefallen war. Ist es in der Stelle d angelangt, so befindet es sich unter eben den Umständen wie in b, und muß folglich den Bogen d b wieder zurück durchlaufen, und auf diese Weise sich beständig hin und her bewegen. Diese so beständig abwechselnde Bewegung nennt man eine **Schwingungsbewegung** oder **Vibration** (vibratio, oscillatio) des Pendels.

Man kann sich vorstellen, der Körper c sey bloß ein einziger schwerer Punkt, die Linie a c aber eine nicht biegsame, nicht schwere Linie. Der schwere Punkt würde alsdann eben den Gesetzen der Schwere, wie andere Körper, unterworfen seyn, und würde folglich ebenfalls die schwingende

gende Bewegung besitzen. Ein solches sich vorgestelltes Pendel heißt ein **einfaches** oder **mathematisches Pendel** (pendulum simplex); ist aber c ein wirklicher Körper, welcher Materie, mithin viele schwere Punkte besitzet, so heißt das Pendel ein **zusammengesetztes Pendel** (pendulum compositum). Es gibt aber in einem jeden zusammengesetzten Pendel einen Punkt, in welchem die ganze Masse desselben vereint nach eben den Gesetzen schwingen würde, nach welchen sie im zusammengesetzten Pendel selbst schwingt. M. s. **Mittelpunkt des Schwunges.** Man kann daher ein jedes zusammengesetztes Pendel als ein einfaches ansehen, dessen Länge vom Aufhängungspunkte bis zum Mittelpunkte des Schwunges reicht, wodurch die ganze Theorie auf die Betrachtung einfacher Pendel zurückgeführet wird.

Es sey (fig. 136.) ac ein einfaches Pendel. Wird dieß nun in die Lage ab gebracht, so wird es sich von selbst in eine schwingende Bewegung versetzen. In dieser Lage wirkt nämlich die Schwere nach der lothrechten Richtung bf, der Faden ab aber widerstehet dieser Richtung. Man verlängere ab nach e, setze gb auf ab senkrecht, ziehe gf mit be und ef mit bg parallel, so wirkt nun die Schwere des Pendels so, als wenn sie aus den beiden Kräften bg und be zusammengesetzet wäre. Weil nun der einen Kraft nach der Richtung be von dem Faden vollkommen widerstanden wird, so kann nur die andere Kraft nach der Richtung bg wirksam seyn, und Bewegung verursachen. Da aber der Faden in jedem Augenblicke der Bewegung des Pendels widerstehet, so wird selbiger von der Richtung bg beständig abgelenkt, und muß daher einen Kreisbogen beschreiben. Ist nun das fallende Pendel in seiner Bewegung in h angelangt, so wird alsdann die Schwere noch nach der vertikalen Richtung hk eben so stark, wie in b wirken, aber die Kraft nach der Richtung hi wird kleiner werden als bg war, und diese muß immer kleiner werden, je näher sie dem Punkte c in der vertikalen Richtung ac

kömmt,

kömmt, wo sie ganz verschwindet. Es ist folglich die Kraft nach der Richtung b g veränderlich, und verschwindet ganz, wenn das Pendel in c angelangt ist; in dieser Stelle wird es nun eine Geschwindigkeit erlangt haben, als wenn es von p nach c frey herabgefallen wäre; daher strebt es in der horizontalen Richtung mit dieser Geschwindigkeit fortzugehen, da ihm aber der Faden widerstehet, so muß es sich wiederum in einen Kreisbogen bewegen, und bis d eben so hoch steigen, als es von b nach c herabgefallen war. Man setze, es sey in dieser aufsteigenden Bewegung in q angelangt, so wird nun die Kraft nach der Richtung q t der Bewegung des Pendels entgegen wirken, und wird immer größer werden müssen, je näher das Pendel der Stelle d kömmt; in dieser Stelle aber wird sie am größten seyn, so daß das Pendel seine Geschwindigkeit, welche es von b nach c durch den Fall erlangt, ganz verloren hat, weil es nicht höher steigen kann, als es von b nach c herabgefallen ist.

Die Zeit des Schwunges hängt von drey Umständen ab, 1) von der Größe des Elongationswinkels, 2) von der Länge des Pendels, und 3) von der beschleunigenden Kraft der Schwere.

Wenn an ein und dem nämlichen Orte zwey einfache Pendel verschiedene Längen besitzen, so **verhalten sich bey gleichem Elongationswinkel die Schwingungszeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel,** oder **die Längen der Pendel verhalten sich wie die Quadrate der Schwingungszeiten.** Wären nämlich die Längen der beiden einfachen Pendel (fig. 135.) a b und a f, und die gleichen Elongationswinkel b a c und f a i. Würden nun diese beiden Pendel zu gleicher Zeit in eine Schwingungsbewegung versetzet, so durchläuft das Pendel b den Weg b c, und das andere den Weg f i. Da nun hierdurch die Pendeln eine Geschwindigkeit erlangt haben, welche ein schwerer Körper erhalten haben würde, wenn er von den senkrechten Höhen e c und h i frey herabgefallen, oder die schiefen krummen Linien b c und f i herabgesun-

abgesunken wäre; in diesem Falle aber die Wege sich wie die Quadratzahlen der verflossenen Zeiten verhalten; so werden sich auch die Bogen bc und fi wie die Quadratzahlen der verflossenen Zeiten verhalten müssen. Setzt man also die dazu gehörigen Schwingungszeiten T und t, so hat man $bc:fi = T^2:t^2$. Nach geometrischen Gründen ist ferner $bc:fi = ab:af$, folglich auch $ab:af = T^2:t^2$, und daher $\sqrt{ab}:\sqrt{af} = T:t$. Demnach wird in einer doppelten Zeit ein vierfacher, in einer dreyfachen Zeit ein neunfacher, und in einer vierfachen Zeit ein sechszehnfacher Weg beschrieben werden. Nun ist aber der Weg bc vier Mahl so groß, als der Weg fi, wenn die Länge ab vier Mahl so groß als af, der Weg bc neun Mahl so groß als fi, wenn die Länge ab neun Mahl so groß als af, und der Weg bc sechszehn Mahl so groß als fi, wenn die Länge ab sechszehn Mahl so groß als af ist; daher wird im ersten Falle der Schwung doppelt so lange, im andern drey Mahl so lange, und im dritten vier Mahl so lange dauern, als bey der Länge af.

Ist die Länge ab des einfachen Pendels neun Mahl länger, als die Länge af des einfachen Pendels f, so ist die Zeitdauer des Schwunges von b nach c drey Mahl so groß, als die des Schwunges von f nach i. Je kleiner also die Zeit ist, desto größer wird die Anzahl der Schwingungen seyn. Demnach verhalten sich die Anzahl der Schwingungen umgekehrt wie die Zeiten. Setzt man die Anzahl der Schwingungen N, n, so hat man $N:n = t:T$. Nun verhalten sich aber die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln der Längen der einfachen Pendeln, folglich verhalten sich auch die Anzahlen der Schwingungen umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Längen der Pendeln. Weil also $T:t = \sqrt{ab}:\sqrt{af}$, so hat man auch $N:n = \sqrt{af}:\sqrt{ab}$.

Wenn die Schwingungsbewegung eines einfachen Pendels unter den verschiedenen Elongationswinkeln eac und bac (fig. 137.) erfolget, und es werden aus den Punkten e und b die Linien ei und bh senkrecht auf die vertikale

Linie

Linie ac gezogen, so wird der schwere Punkt e durch den Fall ec eben die Geschwindigkeit erhalten haben, als durch den freyen Fall aus i nach c; eben so wird auch der schwere Punkt b durch den Fall bc die Geschwindigkeit erlangt haben, als durch den freyen Fall von h nach c. Nun verhält sich die Geschwindigkeit von i nach c zu der Geschwindigkeit des Falles von d nach $c = \sqrt{ic} : \sqrt{dc}$, und die Geschwindigkeit des Falles von h nach c zu der von d nach $c = \sqrt{hc} : \sqrt{dc}$. Weiter hat man $ch : cb = cb : cd$ und $ci : ce = ce : cd$, folglich $\sqrt{ch} = \frac{cb}{\sqrt{cd}}$ und $\sqrt{ci} = \frac{ce}{\sqrt{cd}}$, folglich ist auch $\sqrt{ic} : \sqrt{hc} = ce : cb$, d. h. **die Geschwindigkeiten, welche das einfache Pendel**, wenn die Schwingungsbewegungen unter verschiedenen Elongationswinkeln erfolgen, **an der untersten Stelle erhalten hat, verhalten sich wie die Sehnen ce und cb.**

Um die Zeit zu bestimmen, während dessen das einfache Pendel den einfachen Schwung macht, muß man vorher erst untersuchen, wie groß die Zeit ist, binnen welcher ein schwerer Bogen diesen Schwingungsbogen durchläuft. Unter dem Artikel, **Fall der Körper** (Th. II. S. 329.) ist bereits angeführet worden, daß ein solcher Körper durch einen Bogen des Kreises vom Durchmesser δ in einer Zeit frey herabfalle, welche durch ein Produkt einer daselbst angegebenen unendlichen Reihe in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$ ausgedrücket wird; daß sich aber diese unendliche Reihe für einen unendlich kleinen Bogen in Eins verwandele, mithin diese Zeit des Falles $= \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$ werde, und sich zur Zeit des freyen Falles durch den lothrechten Durchmesser δ wie $\frac{1}{4}\pi : 1$ verhalte.

Man setze also die Länge des Pendels (fig. 135.) $ac = \beta$, so gehöret der Bogen bc einem Kreise zu, dessen Halbmesser $= \beta$, folglich dessen Durchmesser $= 2\beta$ ist. Schwingt daher dieses Pendel in unendlich kleinen Bogen hin und her,

so wird die Zeitdauer seines Falles durch den Bogen bc sich zur Zeit des freyen Falles durch 2β verhalten wie $\frac{1}{4}\pi : 1$. Da nun ein ganzer Schwung aus vier solchen Bogen bc, cd, dc, cb besteht, so **verhält sich auch die Zeitdauer eines unendlich kleinen ganzen Schwunges zur Zeitdauer des freyen Falles durch die gedoppelte Länge des Pendels wie $\pi : 1$ oder wie die Peripherie zum Durchmesser.**

Wären hingegen die Bogen (fig. 135.) bc und cd von merklicher Größe, so ist auch die Zeitdauer des Schwunges größer, und zwar desto mehr, je größer die Bogen sind. Denn die unendliche Reihe

$$1 + \frac{1}{4} \cdot \frac{pc}{\delta} + \frac{9}{64} \cdot \frac{pc^2}{\delta^2} - (\text{wo } \delta = 2\beta),$$

durch deren Summe die Dauer des unendlich kleinen Schwunges noch zu multipliciren ist, wird desto größer, je mehr pc oder der Quersinus des Bogens bc wächst. Wäre der Bogen bc = 1 Grad, wovon der Quersinus für den ganzen Sinus = 1, nach den Tafeln = 0,0001523 ist, so würde die Summe dieser Reihe = 1,0000191, mithin der Schwung fast um $\frac{1}{50000}$ seiner Dauer länger seyn. Für bc = 2 Grad: würde die Differenz beynahe $\frac{4}{50000}$ für 5° fast $\frac{1}{2000}$ der ganzen Dauer des Schwunges betragen. Hieraus sieht man, daß diese Unterschiede sehr klein bleiben, wenn die Pendel in sehr kleinen Bogen schwingen; daher man auch den Satz, den die höhere Mechanik erweiset, auf sehr kleine Bogen anwenden kann, ob er gleich in völliger Strenge nur bey unendlich kleinen Bogen Statt findet.

Will man Schwünge, so groß oder so klein sie auch seyn mögen, von gleicher Dauer haben, so muß das Pendel nicht im Kreisbogen, sondern in der Cykloide oder in der Radlinie schwingen. Wird nämlich eine solche Cykloide durch das Hinrollen eines Kreises vom Durchmesser = δ (oder 2β) beschrieben, so fällt ein schwerer Körper durch einen jeden ihrer Bogen in gleicher Zeit, welche gleich ist

$$\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{4}\delta}{g}} = \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$$ (M. s. Th. II. S. 330.);

demnach verhalten sich auch hier die ganzen Schwünge zur Dauer des freyen Falles wie $\pi : 1$. Hieraus folgt das allgemeine Gesetz: **die Schwünge in der Cykloide, so groß auch die Bogen seyn mögen, dauern alle Mahl eben so lange, als unendlich kleine Schwünge eines Pendels, dessen Länge β der doppelte Durchmesser des Kreises wäre, welcher durch sein Hinrollen die Cykloide beschreibet.**

Es kömmt auch dieß wirklich mit der Natur der Cykloide völlig überein. Denn nach der höhern Geometrie ist der Halbmesser der Krümmung an der untersten Stelle des Pendels, das in der Cykloide schwingt, dem doppelten Durchmesser des beschreibenden Kreises gleich *). Daher ist auch der unendlich kleine Kreisbogen, in welchen das Pendel schwingt zugleich ein Element von der Cykloide, welche der Kreis vom Durchmesser β erzeugen würde; und weil bey der Cykloide der Fall durch alle Bogen gleich lange dauert, so muß er eben so lange dauern durch das Element oder durch den unendlich kleinen Kreisbogen, in welchem das Pendel schwingt.

Man setze die oben angeführte unendliche Reihe Kürze halber $= \Sigma$, und die Länge des Pendels $= \beta$, so folgt aus dem vorhergehenden die allgemeine Formel

$$\text{Dauer des ganzen Schwunges} = \pi \Sigma \sqrt{\frac{\beta}{g}} \text{ Sek.}$$

in welcher für unendlich kleine Kreisbogen, und für Bogen in einer Cykloide, deren beschreibender Kreis einen Durchmesser von $\frac{1}{2}\beta$ besitzet, die unendliche Reihe $\Sigma = 1$ ist. Uebrigens bleibt Σ alle Mahl von gleicher Größe, so lange die Kreisbogen ähnlich sind, oder gleich viele Grade haben.

Weil es bey der Lehre vom Pendel, wie beym freyen Falle eines schweren Körpers, bloß auf Beschleunigung an-

 kömmt,

*) Meine Anfangsgründe der höhern Geometrie. Jena 1796. 8. §. 336.

kömmt, so kann die Menge der Materie, welche das Pendel enthält, in Rücksicht der bisher angeführten Gesetze gar keine Aenderung machen. Es werden daher jederzeit Pendel von gleicher Länge, an ein und eben demselben Orte in gleichen Zeiten schwingen, wenn auch ihre Gewichte ungleich sind, so wie zwey Massen von verschiedenem Gewichte in einerley Zeit von gleicher Höhe in lothrechter Richtung frey herabfallen.

Die ersten Gründe zu der wichtigen Theorie der Pendel legte **Galilei.** Dieser hatte schon in seiner frühen Jugend die isochronischen Schwünge bey einerley Pendel mit Verwunderung wahrgenommen, und dabey beobachtet, daß ungleich lange Pendel in gleichen Zeiten Schwingungen machten, deren Anzahl sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Längen verhielten. Dadurch hatte er ein Mittel entdecket, die Höhen der Kirchengewölbe zu messen, indem er die sehr kleinen Schwünge der von selbigen herabhangenden Lampen zählte, und mit den gleichzeitigen Schwingungsanzahlen eines Pendels von bekannter Länge verglich. Diese Erfahrungen brachte er hernach mit seiner Theorie vom freyen Falle der Körper in Verbindung, aus welcher sie sich als natürliche Folgen ableiten ließen. Denn Pendel von ungleichen Längen, welche kleine ähnliche Bogen beschreiben, sind in der That im Falle zweyer Gewichte, welche auf zwey gleich geneigten schiefen Flächen rollen. Nach der Theorie des **Galilei** müßten sich auf den letztern die Zeiten des Falles wie die Quadratwurzeln der Höhen verhalten; bey den Pendeln verhalten sich aber die Höhen ähnlicher Bogen, wie die Halbmesser, oder wie die Längen der Pendel, woraus folget, daß sich die Zeiten des Schwunges wie die Quadratwurzeln aus diesen Längen verhalten. **Galilei** sahe also wohl ein, daß es auch beym Schwingen des Pendels nicht auf die Größe seines Gewichtes ankomme, und bestritt den Grundsatz der Scholastiker, daß das Gewicht auf die Beschleunigung wirke, unter andern durch den Versuch

such mit Pendeln, welche kleine schnellere Schwingungen machten, ob sie gleich mit mehr Gewicht beschweret wurden.

Durch **Huygens** erhielt die Lehre vom Pendel sehr große Erweiterungen, welcher ihre Anwendung auf Uhrwerke vom Jahre 1656 an zum Hauptgeschäft seiner Untersuchungen machte. Zu gleicher Zeit beschäftigte er sich auch mit Auflösung einiger Aufgaben über die Cykloide, welche Paskal vorgeleget hatte, und fand die beiden merkwürdigen Eigenschaften dieser Curve, daß sie durch ihre Abwickelung wieder entstehet, und daß Schwünge durch große und kleine Bogen in ihr von gleicher Zeitdauer sind. Endlich fing er auch wieder die Theorie vom Mittelpunkte des Schwunges zu untersuchen an, wozu ihn bereits der P. **Mersenne** in seinen jüngern Jahren aufgefordert hatte, und er war so glücklich, auch diese richtig zu entwickeln. Daraus entstand alsdann seine Theorie und Anwendung der Pendel, welche er nach einiger Zeit bekannt machte [α]).

Die Lehre des Pendels wird von **Newton** [β]) in der größten Allgemeinheit abgehandelt, wobey er eine Schwere voraussetzet, welche nicht nach Parallellinien, sondern nach einem festen Punkte wirket. Hiernach findet er, daß alsdann die tavtochronische Linie eine Epicykloide sey. **Euler** hat die Lehre vom Pendel in dem zweyten Buche seiner Mechanik analytisch vorgetragen.

Huygens, welcher die Lehre vom Pendel so ungemein erweitert hatte, wendete selbige auch zur Verbesserung der Uhren an, und ward dadurch der Erfinder der Pendeluhren. Es hatte zwar schon **Galilei** die gleich langen Schwingungen des Pendels zum Zeitmaße gebrauchet, und verschiedene Astronomen, welche ihm folgten, konnten dadurch etwas genauere Beobachtungen als ihre Vorgänger anstellen; allein durch den Widerstand der Luft, in welcher die Pendel ihre Schwingungen verrichteten, mußten sie nach und nach nothwendig immer kleiner werden, so daß man

α) Horologium oscillatorium. Paris. 1673. fol.
β) Princip. Lib. I. sect. X. propos. 46 sqq.

ihre Bewegung immer wieder erneuern mußte; überdem fehlte es auch an einem bequemen Mittel, die Schwünge zu zählen. Diesen Schwierigkeiten wurde eben durch den Gebrauch der Pendel an den Uhren glücklich abgeholfen, indem der Trieb der Uhr die Bewegung des Pendels ununterbrochen erneuert, und die gleichen Schwünge des letztern verursachen, daß die Uhr einen beständig gleichförmigen Gang machen müsse. **Huygens** nahm zum Pendel eine eiserne Stange mit einem Gewichte, wovon das obere Ende an einer Spindel mit zwey stählernen Lappen oder Blättchen befestiget ist. Durch die Schwünge der Stange werden die Lappen wechselsweise hin und her gewendet und fallen zwischen die Zähne des letzten Uhrrades so ein, daß sie bey jedem Schwunge nicht mehr als einen einzigen Zahn des Rades fortgehen lassen. Es muß daher das ganze Uhrwerk eben so gleichförmig, wie das Pendel selbst, fortgehen. Außerdem schlagen auch die Zähne, welche von dem Gewichte oder von der Feder in der Uhr fortgetrieben werden, gegen die Lappen der Spindel an, und theilen dadurch dem Pendel selbst so viele neue Bewegung mit, als es durch den Widerstand der Luft von Zeit zu Zeit verlieret. **Huygens** blieb bey dieser ersten Anwendung nicht stehen; er befürchtete nämlich, es möchte beynahe unmöglich seyn, alles so genau zu bearbeiten, daß nicht bisweilen die Schwünge größere oder kleinere Bogen beschreiben sollten, welches dem gleichförmigen Gange der Uhr hinderlich seyn möchte. Die von ihm entdeckten Eigenschaften der Cykloide lehreten ihn, daß die Größe der Bogen gleichförmig seyn werde, wenn das Gewicht des Pendels Theile einer Cykloide durchliefe, und daß dieß erfolgen müsse, wenn sich der Faden, an welchem das Gewicht hängt, von einem cykloidalisch geformten Bleche abwickelte. Er that daher den Vorschlag, das Gewicht p (fig. 138.) am Faden cp zwischen den cykloidalischen Blechen cd und ce herabhängen zu lassen, damit sich der Faden beym Schwunge an diese Bleche anlege, und im Herabfallen davon abwickele. Auf solche Art wird

der

der Weg m n des Gewichtes p die Evolute einer Cykloide d. i. ein Theil eben derselben Cykloide seyn, nach welcher c d und c e gestaltet ist. Dieser huygens'sche Vorschlag ist jedoch für die Ausübung unbrauchbar geblieben. Denn der Vortheil, welchen **Huygens** hiervon erwartete, ward durch die Schwierigkeit, den Blechen eine so genau cykloidalische Form zu geben, und durch die Steife der Fäden vereitelt. Bey größerer Vollkommenheit der Pendeluhren, an welchen die Pendel nur kleine Schwünge machen, sind sie auch völlig entbehrlich.

Bey den Pendeluhren kömmt es vorzüglich auf die Länge des Pendels an, indem hiervon der Gang derselben abhängt. Ob nun gleich die Pendelstange kein einfaches, sondern ein zusammengesetztes Pendel ist, so ist man doch im Stande, den Mittelpunkt des Schwunges zu finden; da sich alsdann das Pendel als ein einfaches Pendel betrachten läßt, dessen Länge der Entfernung des Aufhängungspunktes von dem Mittelpunkte des Schwunges gleich ist. Wäre z. B. das Pendel eine cylindrische oder prismatische Stange, von der Länge $= 1$, so ist der Mittelpunkt des Schwunges vom Aufhängungspunkte um $\frac{2}{3}$ l entfernet. Besitzet diese Stange, noch wie gewöhnlich einen kleinen linsenförmig schweren Körper, so setze man das Gewicht desselben $= q$, und das Gewicht der Stange $= p$, so wird das Moment der Trägheit des Ganzen $= (\frac{1}{3}\ p + q) l^2$; das statische Moment $= (\frac{1}{2}\ p + q)\ l$, mithin die Entfernung des Aufhängungspunktes vom Mittelpunkte des Schwunges $= \frac{\frac{1}{3}\ p + q}{\frac{1}{2}\ p + q} . l$. M. s. **Mittelpunkt des Schwunges, Moment.** Wäre z. B. das Gewicht der Stange $= 18$ Loth, des linsenförmigen Körpers $= 6$ Loth, und die Länge des Pendels $= 280$ Linien, so ist die gesuchte Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels $= \frac{6 + 6}{9 + 6} . 280 = \frac{4}{5} . 280 = 56 . 4 = 224$ Linien.

Wird die Linse ein wenig aufwärts geschoben, so wird ihre Entfernung vom Aufhängungspunkte kürzer, und es schwingt nun, wie ein kürzeres einfaches Pendel, d. i. schneller. Schiebt man hingegen die Linse niederwärts, so erfolget das Gegentheil. Durch eine solche Verrichtung ist man also im Stande, nach Erfordern der Uhr einen geschwindern oder einen langsamern Gang zu geben.

Wenn ein solches Pendel Schwünge von bestimmter Zeitdauer verrichten soll, so muß auch die Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels eine bestimmte Größe besitzen. Sollte der einfache Schwung eines einfachen Pendels gerade eine Sekunde dauern, so heißt alsdann die Länge β, welche zu diesem einfachen Pendel gehöret, das **Sekundenpendel** oder auch die **Länge des einfachen Pendels.** Für selbiges ist also die Zeitdauer des ganzen Schwunges = 2 Sekunden, und wenn es in kleinen Bogen schwingt, so hat man

$$2 = \pi \sqrt{\frac{2\beta}{g}} \text{ und } \frac{2g}{\pi^2} = \beta,$$

daraus folget $g : \beta = \pi^2 : 1$ oder der Weg, welchen ein Körper in einer Sekunde frey herabfällt, verhält sich zur Länge des Sekundenpendels, wie das halbe Quadrat der Peripherie zum Quadrate des Durchmessers, d. i. wie 4,9348022 — : 1 oder wie 1 : 0,2026423 ..... Multipliciret man demnach die Fallhöhe eines Körpers in einer Sekunde mit der Zahl 0,2026423 ...., so erhält man die Länge des Sekundenpendels.

Huygens *) fand durch Versuche die Länge des Sekundenpendels von 440 ½ paris. Linien oder 3 Fuß 0 Zoll 8 ½ Linien, oder in Decimalstellen 3,059027 Fuß. Er führet aber nicht umständlich an, wie und wo er diese Länge gefunden habe. Er berechnet aber hieraus weitläuftig die Fallhöhe der Körper, und mit Gebrauch des Verhältnisses 113 : 355 findet er diese Höhe proxime pedum 15 et unciae unius. Hierauf beschreibet er seine Versuche zur Prüfung dieser

*) Horologium oscillatorium P IV. prop. 25.

dieser Größe. Es ließ nämlich ein Stück Bley in dem Augenblicke fallen, indem er zugleich ein Sekundenpendel los ließ, und maß die Höhe des Falles. Nach seiner Versicherung stimmte das Resultat mit seiner Rechnung genau überein.

Daß auch **Huygens** diese gefundene Länge des Sekundenpendels zum allgemeinen Fußmaße vorgeschlagen habe, ist bereits unter dem Artikel, **Fuß**, angeführet worden.

Der Herr von **Mairan** α) setzte die Länge des Sekundenpendels aus genauen Versuchen auf 440,5666 — Linien für Paris. Zugleich beschreibet er umständlich, wie dergleichen Versuche anzustellen sind. Er hat sich hierbey einer Pendeluhr und eines Gewichtes an einem langen Faden bedienet, wozu sehr häufig Fäden von einer Art amerikanischen Aloe gebrauchet werden, daher auch die damit versehenen Pendeln **Pitt-Pendeln** genannt zu werden pflegen. Weil das Gewicht hierbey nicht alle Mahl in einerley Vertikalfläche bleibt, sondern mit dem Faden konische Schwünge beschreibet, so hat sich **Clairaut** β) die Mühe gegeben, dergleichen Bewegungen zu untersuchen. **Mairan's** Angabe der Länge des Sekundenpendels ist von der huygens'schen um $\frac{1}{15}$ Linie verschieden. Herr **de la Lande** berichtet aber, **Mairan** habe sich einer unrichtigen Toise bedienet, und bringt die von ihm angegebene Pendellänge in seiner Tafel auf 440,52 Linien. **Bouguer** fand, wie **de la Lande** in eben der Tafel angibt, 440,67. Aus allen diesen siehet man, wie viele Genauigkeit erfordert werde, um aus dergleichen Versuchen sichere Resultate zu erhalten.

Im Jahre 1774 setzte die Societät der Künste, Manufakturen und Handlung in Adophi's Buildings in London auf die Erfindung eines unveränderlichen Maßes einen Preis

α) Expériences sur la longueur du pendule à secondes à Paris; in den Mémoir. de l'Acad. des scienc. 1735. P. 273. der holländisch. Ausgabe.

β) Examen des differentes oscillations, qu'un corps suspendu par un fil peut faire, lorsqu'on lui donne une impulsion quelquonque; in d. Mémoir. de l'Acad. des scienc. 1735. p. 382. d. holl. Ausg.

von 100 Guineen. Dieß gab einem Uhr- und Maßstabmacher in London, **Thomas Hatton** Veranlassung, einen neuen Apparat zur Bestimmung der Pendellängen anzugeben. Obgleich die Proben hiermit der Erwartung der Gesellschaft kein völliges Genüge thaten, so erhielt er doch eine Belohnung von 30 Guineen. **Hatton's** Gedanke ging dahin, einen beweglichen Aufhängungspunkt am Pendel anzubringen, und aus dem Unterschiede zweyer Längen eben desselben Pendels, welches durch Verrückung einer beweglichen Pincette verlängert oder verkürzet wird, die wahre Länge des Sekundenpendels abzuleiten. Diesen Gedanken hat **Withehurst** [a]) zur Erfindung einer ganz neuen Maschine und eines eigenen Verfahrens zur Bestimmung der Pendellängen benutzet. Diese Maschiene wird von dem Herrn **von Zach** in Gotha wegen ihrer Genauigkeit gerühmet, welcher sie für die Sternwarte auf dem Seeberge bey Gotha vom Herrn **Klindworth** in Göttingen hat verfertigen lassen; ihre Aufstellung und Regulirung erfordert aber viele Zeit, und sie ist daher nur an solchen Orten, wo sie für immer aufgestellet werden kann, nicht aber auf Reisen, brauchbar.

Im Jahre 1792 ist die wahre Länge des Sekundenpendels in Paris vom Herrn **de Borda** mit der größten Genauigkeit nach Herrn **von Zach** Versicherung bestimmt worden. Aus Privatbriefen von **de la Lande** soll sie bis auf $\frac{1}{100}$ einer Linie vollkommen zuverlässig seyn. Der Maßstab, welcher dabey gebrauchet wurde, war ein Lineal von Platina, von 12 Fuß Länge und mit einem Metallthermometer versehen, welches jede augenblickliche Temperatur dieses Maßstabes zu erkennen gab. Die Eintheilungen darauf waren so vollkommen genau, daß der Nonius sehr deutlich $\frac{1}{100}$ einer Linie anzeigte. Das Experimenten-Pendel hatte eine Länge von 12 Fuß, und die Kugel daran war eben-

a) An attempt towards obtaining invariable Measures etc. form the Mensuration of Time by *Johann Whitehurst* Lond. 1787. übersetzt mit Anmerkung. von Widemann Nürnberg 1790. 4.

ebenfalls von Platina. Diesen Versuchen gemäß beträgt die Länge des Sekundenpendels für Paris 440,6 Linien oder 0,99359 Meter. Nach der neuern Eintheilung der Tage in 10 Stunden, der Stunde in 100 Minuten, der Minute in 100 Sekunden u. s. f. Würde sich die alte Sekunde zur neuen wie 100000:86400, folglich die Länge des ältern Sekundenpendels zur Länge des neuern wie $1000^2 : 864^2$ verhalten müssen; mithin würde das neue Sekundenpendel 228,9 Linien oder 0,7417 Meter sich ergeben.

Der Herr **von Zach** empfiehlt aus bekannten Ursachen die Vervielfältigung genauer Pendelversuche gar sehr. Zu dergleichen Versuchen war er mit dem vorzüglichsten und hauptsächlichsten Apparate versehen, und fehlte es ihm noch an einer guten Vorrichtung zum Experimenten-Pendel, welches auf Reisen bequem mitgeführet, allenthalben geschwind aufgestellet, und zu Versuchen mit dem Taschenchronometer benutzt werden könnte. Einen solchen Apparat hat sich der Herr **von Zach** selbst erfunden, ihn durch Herrn **Schröder** in Gotha verfertigen lassen, und in einer eigenen Abhandlung beschrieben und abgebildet [a]). Die wesentlichste Einrichtung stellt die fig 139. vor: a b c d und e f g h sind zwey dreyeckige hölzerne Prismen von Mahagony, jede Seite von einem pariser Zoll, und 8 Zoll lang. Ein jedes dieser prismatischen Hölzer läßt sich mittelst zweyer mit Lappen oder Flügeln versehenen Holzschrauben x y, x′ y′ in beliebiger und erforderlicher Entfernung von einander an eine Wand, Bret oder Pfeiler fest einschrauben; die untern Löcher, wodurch die Schrauben y und y′ gehen, sind länglich ausgeschnitten, damit, wenn die obern Schrauben x und x′ eingeschraubet sind, man die prismatischen Hölzer noch

a) Beschreibung einer neuen Vorrichtung, womit die Versuche und Bestimmungen der wahren Länge des einfachen Sekundenpendels genau und behend angestellet und gemacht werden können; in Bode Sammlung astronomischer Abhandlungen 1ter Supplem. Band Gotha 1793. S. 175 f. auch im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. IX. St. 1. S. 142 f.

noch verschieben, und in die senkrechte Lage bringen könne, ehe man noch alles gehörig befestiget; hinten haben diese hölzerne Ansätze, damit sie wohl an die Wand zu liegen kommen, und zur Verschiebung der daran laufenden messingenen Hülsen $\alpha\beta\gamma\delta$ und $\varepsilon\zeta\eta\vartheta$ Raum lassen; diese Hülsen, welche ebenfalls dreyeckig und prismatisch sind, lassen sich längs des hölzernen Prisma zu der groben Richtung verschieben, sind inwendig mit einer stählernen Feder versehen, womit sie sich mit einer Preßschraube an das Prisma andrücken und feste machen lassen. Die obere Hülse $\alpha\beta\gamma\delta$ trägt einen messingenen Arm μ, an welchem das Suspensionswerk des Pendels angebracht ist; in μ ist ein Backen oder eine Klemme, welche durch die Druckschraube r geöffnet und wieder geschlossen werden kann, zwischen diesen Backen wird der Aloefaden mit dem daran hängenden Gewichte p über eine Rolle σ gezogen, welche mit einem Schraubenknopfe gedrehet werden kann, und durch diese Umdrehung die Länge des Aloefadens nach Erfordern verlängert oder verkürzet. Dieß Pendel hängt mit seinem Gewichte p bis an das zweyte senkrecht darunter angeschraubte Prisma efgh frey herab, und trifft mit dem kleinen Gewichte p ungefähr auf die Mitte des untern Armes ik, welchen die Hülse $\varepsilon\zeta\eta\vartheta$ trägt; an diesem Arme werden wieder zwey mit einer Stellschraube verbundene Hülsen k und lm angesteckt, welche sich darauf verschieben lassen, die Hülse k aber kann mit einer Druckschraube darauf angezogen und befestiget werden, damit alsdann die Stellschraube angreifen könne, womit sie bey ihrer Umdrehung die Hülse lm mit der darauf befestigten Platte o durch eine sanfte Bewegung vor- und zurückschiebt; auch trägt die Hülse lm noch einen andern Aufsatz, dessen Gebrauch bald angegeben werden soll.

Dem Gewichte p gibt der Herr **von Zach**, wie schon **Bouguer**, **Don Ulloa**, **Liesganig** und **Darquier** gethan haben, die Gestalt eines doppelten Kegels, eigentlich zwey abgekürzter Kegel, welche mit den größten Grundflächen zusammenstoßen. Die Schneide, welche durch

dieses

dieses Zusammenstoßen entstehet, gibt einen scharfen Abschnitt für die Messung der Länge; auch ist bey dieser Gestalt der Schwingungspunkt vom Schwerpunkte sehr wenig (bey Herrn **von Zachs** Kegel um 0,018 Linien) entfernet.

Die messingene Platte o, welche zwey Zoll hoch und 4 Zoll lang ist, wird über einem Lampenlichte angeschwärzt, und alsdann an den Arm i k gehörig angeschoben, so daß der Kegel p vor dieser angeschwärzten Fläche zu hängen kömmt. Vermöge der an beiden Hülsen k und l m befestigten Stellschraube läßt sich diese angerußte Platte sehr scharf mit der Schneide des Kegels p in Berührung bringen; wird nun dieser Kegel in eine parallele Richtung mit der Platte angeblasen, so geräth er in Bewegung, macht kleine Schwingungen, seine scharfe Schneide streift die gerußte Platte und schreibt darauf mit der äußersten Zartheit einen Bogen. Die Entfernung des Aufhängungspunktes von diesem Bogen ist um die eigentliche Länge des Experimenten-Pendels, und diese wird besonders mit einem mikrometrischen Stangenzirkel gemessen, welchen der Herr **von Zach** hierzu angegeben hat. Er hat hierbey nach **Ramsdens** Erfindung an die Mikrometerschraube eine Spiralfeder in einem Gehäuse mit der Uhrkette angebracht, welcher beständig an der Schraube zieht, und dadurch einen immer gleichförmig sanften Gang bewirket. Auf dem von Herrn **Schröder** getheilten Mikrometer beträgt eine pariser Linie 3,723 Umgänge der Schraube, mithin eine Abtheilung der Scheibe, oder ein Hunderttheil eines Schraubenganges 0,002685765 einer pariser Linie. Da ein solcher Theil auf der Scheibe noch einen Raum von beynahe einer Linie einnimmt, so läßt sich auch darauf noch die Hälfte oder das Viertel schätzen, mithin weit mehr als $\frac{1}{100}$ einer Linie abmessen.

Weil man auf Reisen und hohen Orten die Toise nicht wohl bey sich führen kann, so hat der Herr **von Zach** noch eine eigene Vorrichtung angebracht, um mittelst eines eisernen Stabes, welchen man im Spazierstocke bey sich träget,

träget, dem Experimenten-Pendel vom Aufhängungspunkte bis zur untersten Fläche des Kegels bey einer gewissen Temperatur die genaue Länge von 37 paris. Zollen zu geben. Dieser Stab hat oben ein Loch oder ein Oehr, an welchem er in einer Gabel bey v mittelst eines durchgesteckten Stiftes aufgehangen werden kann; f ist eine kleine messingene Hülse, welche sich längs des Armes μ mit dem daran befestigten Ansatze q λ und dem daran hangenden eisernen Stabe v w verschieben, und mit einer Preßschraube an die erforderliche Stelle befestigen läßt; eine andere bewegliche Hülse ist q, welche die Gabel v mit dem daran hangenden Stabe trägt; diese Hülse wird vermittelst der Stellschraube t so lange fortgeschraubet, bis die oberste Spitze des Stabes an den Arm μ gerade da, wo der Aloefaden eingeklemmt wird, anstößt, dieser frey und senkrecht herabhangende Stab trifft nun auf den untern Arm k i, an welchem die um die beiden Hülsen k und m l in eine umgewandte Lage kommen, d. h. die ganze Vorrichtung wird umgekehrt an den Arm angeschlossen, k wird zuerst und alsdann die Hülse l m angesteckt, so daß der Aufsatz n vorn und da zu stehen komme, wo jetzt die Platte o ist, senkrecht unter v; hier trifft nun die untere Spitze des eisernen Stabes gerade auf den platten, oben mit polirtem Stahle belegten Schraubenknopf n, welcher nach Belieben höher oder niedriger gestellet werden kann; dieser muß so lange geschraubet werden, bis er die untere Spitze des Stabes berühret. Auf solche Art ist die Oberfläche des Schraubenknopfes 37 paris. Zoll vom Aufhängungspunkte entfernet. Will man nun den Pendelversuch anstellen, so wird, nachdem man bey v den Stift herausgezogen, und den eisernen Stab behutsam weggenommen hat, der Aloefaden eingezogen, welcher mittelst der Scheibe σ so lange auf und abgewunden wird, bis die untere Fläche des abgekürzten Kegels p auf die polirte Oberfläche des Schraubenknopfes n aufgesetzen ist. Dadurch erhält das ganze Experimenten-Pendel vom Aufhängungspunkte bis zur untersten Fläche des Kegels p eine Länge von 37 paris. Zollen;

da nun die Dimension des Kegels und dessen Schwingungspunkt bekannt ist, so weiß man daher auch die wahre Länge des Experimenten-Pendels vom Aufhängungspunkte.

Der Kegel p ist von Silber und massiv; an beiden äußern Grundflächen hat er kleine Schräubchen mit platten Knöpfchen, die mit einem feinen Loche durchbohrt sind. Durch dieses wird der Aloefaden gezogen, am untern Ende ein Knötchen daran gemacht (oder, wenn es ein Goldfaden ist, angeschmolzen) und alsdann erst das Schräubchen in den Kegel eingeschraubet, so daß das Knötchen inwendig in den Kegel kömmt. Auf diese Art wird das Gewicht an den Faden befestiget. Seine Gestalt ist nach einer in eine messingene Platte eingeschnittenen rhomboidalischen Lehre genau berichtiget und abgedrehet. Die Axe dieses Kegels hat 11,25 paris. Linien, der Durchmesser der gemeinschaftlichen Grundfläche beider Kegel 7,52 Linien; sein Gewicht beträgt 270 $\frac{1}{2}$ Aß köllnisch Gewicht, das Mark zu 4352 Aß, der 37 Zoll lange Pitfaden wiegt $\frac{1}{4}$ Aß.

Mit diesem Apparate hat der Herr **von Zach** die wahre Länge des einfachen nach Sekunden der Sternzeit schwingenden Pendels zu Gotha bey der Temperatur 4 $\frac{1}{4}$ Grad Reaum. oder 42 Grad Fahrenh. 438,29 paris. Linien gefunden, woraus sich die Länge für das noch Sonnenzeitsekunden schwingende Pendel 440,693 Linien ergibt.

Da so viel auf die genaue Länge eines Sekundenpendels ankömmt, so hat man auch auf alle Umstände Rücksicht zu nehmen, welche die bestimmte Länge bey den Versuchen abändern könnte. Dergleichen finden sich aber alle Mahl. So verursachet der Widerstand der Luft, daß die Schwingungen des Pendels, welche im leeren Raume sich beständig gleich bleiben müßten, nach und nach immer kleiner werden, und zuletzt ganz verschwinden, so daß es in der Vertikallinie still stehen bleibt. Versuche mit Pendeln im luftleeren Raume hat **Derham** *) angestellet. Das Sekundenpendel wird darin etwas länger, als in der Luft. Es wird

*) Philosoph. transact. no, 249.

wird aber der Widerstand der Luft desto größer, je dichter selbige und je größer der Umfang des Pendels ist. Daher kömmt es, daß ein Pendel bey einerley Umfange und einerley Länge von specifisch schwererer Art schneller schwingt, als ein anderes von specifisch leichterer Art. Es wird nämlich dadurch die Dauer des Niederganges etwas länger, weil die widerstehende Luft das Pendel verzögert, und dadurch verursachet, daß die Pendelstange etwas später in die Vertikallinie kömmt; dadurch wird aber auch die Dauer des Aufsteigens des Pendels wieder etwas kürzer, und die Verzögerung des Niederganges und die Verkürzung des Aufganges wird ziemlich gegen einander aufgehoben, so daß darauf so sehr nicht Rücksicht genommen werden kann. Aber desto mehr muß auf den Verlust der Schwere des Pendels in freyer Luft gesehen werden, weil die Fallhöhe den größten Einfluß auf das Pendel hat. In dieser verlieret es nämlich einen Theil des Gewichtes, und beweget sich daher mit einem Verluste der Schwere. Es muß demnach noch ein Theil zur Länge der beobachteten Länge des Pendels hinzugesetzet werden, um die Länge desjenigen Pendels zu finden, welches im leeren Raume schwingt. Dieser hinzuzusetzende Theil verhält sich zur beobachteten Länge des Pendels in freyer Luft, wie das specifische Gewicht der Luft zum specifischen Gewichte des Körpers, woraus das Pendel verfertiget ist. M. s. **Schwere, specifische.**

Auch durch das Reiben am Aufhängungspunkte wird die Bewegung der Pendel gehindert. Man könnte dieß vermeiden, wenn man statt der Stange einen Faden gebrauchte, und dessen oberes Ende zwischen zwey kleinen zusammengeschraubten Platten einklemmte. Jedoch würde hierbey die Steife des Fadens an derjenigen Stelle, welche sich biegen muß, ein neues eben so großes Hinderniß verursachen. Weil ohnedieß die steifen Pendelstangen unentbehrlich sind, so ist es besser, ihnen oben ein Paar stählerne Zapfen zu geben, welche unterwärts gekehrte scharfe Schneiden besitzen, und mit diesen auf wagrechten stählernen Plat-

ten

ten aufliegen. Auf diese Weise wiegen sich die Zapfen beym Schwunge hin und her, wie am Wagebalken. Diese Einrichtung hatte **Graham** dem Pendel gegeben, womit **Maupertuis** in Pello beobachtete [a]). Es war dieses mit zwey Gewichten versehen, mit dem schweren beschrieb es einen Bogen von $4\frac{1}{3}$, mit dem halb so schweren einen Bogen von 3 Grad, und schlug im letzten Falle täglich 3 bis 4 Sekunden mehr.

Vorzüglich wirken aber auf den Gang der Pendel die Abwechselungen der Wärme und Kälte, weil das Pendel durch die Wärme länger, durch die Kälte aber wieder kürzer wird. Aus dieser Ursache sind die Schwingungen im Sommer langsamer, als im Winter. **De la Lande** führet an, daß die gewöhnlichen Pendeluhren im Winter 20 Sekunden mehr machen; auch **Kästner** [b]) fand es so an einer von **Kampe** verfertigten Uhr.

Es würde ohne Zweifel dieß das sicherste seyn, daß alle Versuche mit den Pendeln bey einerley Wärmegrad angestellet, oder wenn dieß nicht anginge, zum wenigsten der Wärmegrad und die Beschaffenheit des Pendels genau angezeiget würden, um die Verlängerung oder Verkürzung des Pendels so genau als möglich zu berechnen. Weil aber dieß manche Schwierigkeiten verursachet, so hat man lieber Pendel von verschiedenen Materien anzuordnen gesuchet. **Graham** verfiel anfänglich darauf, die Pendelstangen von Ebenholz oder Nußbaum zu verfertigen, weil das Holz nach der Länge der Fasern nicht merklich ausgedehnet wird; dagegen aber hat es den Fehler, daß es durch Abwechselung der Feuchtigkeit und Trockenheit sich wirft und krümmt. Auch versuchte **Graham**, ein Thermometer am Pendel so anzubringen, daß der Mittelpunkt des Schwunges durchs Steigen

a) Mesure de la pesanteur; in den oeuvres *de Maupertuis* Lyon 1768. Tom. IV. p. 336.

b) Ueber die Aenderung des Ganges der Pendeluhren. Göttingen 1778. 4.

Steigen des Quecksilbers um eben so viel höher gebracht werden sollte, als es durch die Verlängerung der Pendelstange von der Wärme tiefer herabgebracht sey. Nachher aber fand er es weit rathsamer, das Pendel aus mehreren mit einander verbundenen Stangen von verschiedenen Metallen zu verfertigen. Hieraus entstand eine Art von Pendeln, welche man **roſtförmige Pendeln** nennt, weil sie wegen der parallelen Stangen einem Roste ähnlich sind. In der fig. 140. ist **Grahams** rostförmiges Pendel abgebildet. Es besteht dieß aus 5 eisernen und 4 kupfernen oder messingenen Parallelstäben. Die eisernen sind oben fest, mithin treibt die Wärme ihre unteren Enden herabwärts, und erniedriget den Mittelpunkt des Schwunges; an den untern Enden der eisernen Stäbe sind Füße, auf welchen die messingenen Stäbe aufstehen. Es sind also diese letztern unten fest, mithin treibt die Wärme ihre obern Enden aufwärts, und erhöht dadurch nicht allein den Mittelpunkt des Schwunges, sondern auch die Querstäbe, welche die folgenden Eisenstäbe halten. Die Längen der Stäbe haben ein solches Verhältniß gegen einander, daß die Ausdehnung des Messings den Mittelpunkt des Schwunges um gerade so viel erhebt, als ihn die Ausdehnung des Eisens erniedriget. Diese Einrichtung hat den meisten Beyfall gefunden. Gewöhnlich wird aber nur ein ganz kleiner Rost oben angebracht, aus welchem die weit längere Pendelstange herabhängt.

Noch eine andere Einrichtung von **Romain** und **Cassini** a) wird von **Muſſchenbroek** beschrieben: der eiserne Stab (fig. 141.) ab besitzet an der Hinterseite einen festen messingenen Stab cd; der eiserne Stab fo an der Vorderseite jenes eisernen Stabes trägt das Gewicht o. Diese Stäbe werden von den Hülsen gh und mn bloß dieserwegen umschlossen, um sich nicht im Verschieben von einander zu hindern; in der Hülse tp aber sind alle drey Stäbe mit Zapfen fest. Wenn die Wärme größer wird, so dehnt sich cd mehr

a) Mémoir. de l'Acad. des scienc. de Paris. 1741.

mehr aus als ab, folglich wird der Zapfen t niedergeschoben, hingegen p mit den Gewichte o erhoben. **Musschenbroek** berechnet aus dem Ausdehnungsverhältnisse des Messings zum Eisen, das er wie 46:17 setzt, wenn ao = 39 Zoll ist, ct = 27 Zoll sey, so müsse sich tr:rp wie 19:39 verhalten.

Ferner muß auch auf die Größe der Schwingungsbogen Rücksicht genommen werden. Denn bey größern Schwingungsbogen wird auch die Zeitdauer des Schwunges merklich größer werden, und die Zeiten können alsdann nicht mehr in demselben Verhältnisse stehen. Folgende kleine Tabelle zeiget die Zögerungen, welche bey ein und eben demselben einfachen Pendel im Vergleich mit dem mathematischen Pendel, welches durch unendlich kleine Bogen schwingt, entsteht, wenn die Schwingungsbogen größer werden. Die Länge des Pendels beträgt hier übrigens 3 Fuß 8 Linien paris. Maß.

Einfacher Schwung			Tägliche Zögerung
Zoll	Linien		Sekunden
0	4	—	0,1
0	8	—	0,5
1	0	—	1,0
1	4	—	1,8
1	8	—	2,8
2	0	—	4,0
2	4	—	5,5
2	8	—	7,1
3	0	—	9,0
3	4	—	11,1 u. s.

Man kann diese Tabelle leicht so fortsetzen, wenn man jedesMahl die Zahl der Zolle mit sich selbst multipliciret, das Produkt gibt sodann die Sekundenzahl an, welche die tägliche Zögerung ausdrückt. Schwingt also ein Pendel in einer Breite von 1 Zoll, also auf jeder Seite 6 Linien, so ist es kein wahres Sekundenpendel mehr, weil es täglich um eine Sekunde zurückbleibt.

Auch durch die Wirkung der Centrifugalkraft auf der Erde, welche von der Umdrehung derselben um ihre Axe herrühret, erleidet der Gang der Pendel eine Aenderung. Denn hierdurch wird die Schwere des Pendels, folglich auch die Länge desselben vermindert. Dieser Verlust der Schwere wird desto größer, je näher man dem Aequator kömmt, denn alsdann wird die Fliehkraft der Erde desto größer. Aus diesem Grunde muß auch das Sekundenpendel bey einerley Länge unter dem Aequator langsamer schwingen, als gegen die Pole zu, mithin muß es unter dem Aequator kürzer gemacht werden, wenn es gleichzeitig schwingen soll. Unter dem Aequator verhält sich die Fliehkraft zur Kraft der Schwere wie 1:289. M. s. **Schwungkraft.** Nun lehrte **Richer** im Jahre 1672 (m. s. **Erdkugel**), daß das Sekundenpendel, welches in Paris schwung, auf der Insel Cayenne um $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer seyn müsse, wenn es die nämliche Geschwindigkeit behalten sollte. Daraus folgt also, daß man zu der Länge des Pendels noch etwas wegen der Fliehkraft zusetzen müsse. Diesen zuzusetzenden Theil findet man, wenn der Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Cosinus der geographischen Breite des Ortes multipliciret wird. Man nehme an, der Ort, wo die Länge des Sekundenpendels durch Versuche bestimmt worden, liege unter der geographischen Breite von 60 Grad, so ist der Cosinus von 60 Grad $= \frac{1}{2}$, und der hinzuzusetzende Theil zur Länge des Pendels beträgt $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289} = \frac{1}{1156} = 0{,}00086505$.

Noch lehret die Erfahrung, daß ungeachtet aller dieser Verbesserungen der Länge des Sekundenpendels dasselbe an verschiedenen Orten der Erde in Ansehung der Länge nicht gleich groß gefunden werde. Dieß beweiset, daß die Fallhöhe in der ersten Sekunde, folglich die Kraft der Schwere an diesen Orten verschieden seyn müsse. Die Versuche mit dem Pendel beweisen, daß die Schwere unter dem Aequator geringer als gegen die Pole zu seyn müsse. Jedoch ist keinesweges die ganze Verminderung der Schwere zuzuschreiben, sondern ein Theil davon verursachet die Centrifugal-

trifugal-

trifugalkraft der Erde. Weil aber dieser Theil gefunden werden kann, so läßt sich auch die verminderte Kraft der Schwere gegen den Aequator zu bestimmen. Denn alsdann verhalten sich die Schweren an den verschiedenen Orten, wie die Fallhöhen, oder wie die Längen der Sekundenpendel, weil zwischen der Größe der Fallhöhe und der Länge des Sekundenpendels an allen Orten einerley Verhältniß Statt findet, indem $g : \beta = \pi^2 : 1$ ist. Hierdurch erhält man folglich ein Mittel, die Schwere an verschiedenen Orten der Erde mit einander zu vergleichen. Aus dieser Proportion folget, daß man, um die Fallhöhe in einer Sekunde mittelst des Sekundenpendels zu bestimmen, nur die Länge desselben zu wissen braucht; denn alsdann wird diese mit der Zahl 4,9348022 ... multipliciret. Z. B. die Länge des einfachen Sekundenpendels in Paris ist = 440,57 Linien, mithin $g = 4{,}9348022 \times 440{,}57 = 2174{,}175$ Linien oder 15,098 paris. Fuß.

Weil die unmittelbare Messung der Länge des Sekundenpendels viel Genauigkeit erfordert, so hat man noch ein bequemeres Mittel, die Fallhöhe einer Sekunde an jedem andern Orte zu vergleichen. Man braucht nämlich nur ein einziges Pendel von einer genau bestimmten Länge zu haben, und die ganzen Schwünge desselben an jedem Orte in einer gewissen Zeit zu zählen, z. B. in einer Stunde. Man setze diese Zeit = t, und die Anzahl der halben Schwünge = n, so ist die Zeitdauer der halben Schwünge = $\frac{t}{n}$, und man hat

$$\frac{t}{n} = \tfrac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2\beta}{g}}, \text{ folglich } n^2 = \frac{2gt^2}{\pi^2\beta};$$

würde nun eben dieses Pendel an einem andern Orte, wo die Fallhöhe = G ist, in der Zeit t die Anzahl von N halben Schwüngen machen, folglich die Zeitdauer derselben = $\frac{t}{N}$ seyn, so ist auch

$$\frac{A}{N} = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2\beta}{G}}, \text{ und } N^2 = \frac{2Gt^2}{\pi^2\beta}.$$

Hieraus ergibt sich also $g : G = n^2 : N^2$, d. h. **die Fallhöhen an verschiedenen Orten verhalten sich zu einander, wie die Quadrate der Schwingungszahlen.**

In Paris, z. B. hatte **Richers** Pendeluhr täglich 24. 60. 60 = 86400 Sekunden geschlagen. In Cayenne ging sie täglich um 2 Minuten = 120 Sekunden zu langsam, schlug sie folglich nur 86280 Mahl. Hiernächst ist $n : N$ = 8640 : 8628 = 720 : 719, folglich die Schwere zu Paris, wie die zu Cayenne wie $720^2 : 719^2$ = 360 : 359 oder wie 1 : 0,99722.

Das Pendel, welches man bey sich führet, um an einem jeden Orte binnen einer gewissen Zeit seine Schläge zu zählen, nennt man ein **unveränderliches Pendel.** Man nimmt hierzu ein gewöhnliches Uhrpendel, an welches der linsenförmige Körper befestiget wird. Wenn man dieses allein ohne Uhr gebrauchen will, so muß es auf eine ganz eigene Art auf einer Schärfe aufgehängt werden, so daß seine Schwingungen eine lange Zeit ununterbrochen fortdauern. Dergleichen Pendel haben **Condamine** α) und **Grischow** β) gebrauchet. Das letztere Pendel, unter **Grahams** Aufsicht verfertiget, war eine stählerne Stange fast von 26 pariser Zoll Länge, mit einem schweren linsenförmigen Körper von 5⅔ Zoll im Durchmesser, und machte wenige Tage lang ununterbrochen seine Schwingungen. **Mallet** erhielt das, was **de la Condamine** selbst zu Quito hatte verfertigen lassen, von **de la Lande**, und stellte hiermit Beobachtungen zu Ponoi in Lappland γ) an. Um die Schwin-

α) Mémoir. de l'Acad. des scienc. 1745. p. 476. der Paris. p. 683. der holländisch. Ausgabe.

β) Relatio observat. et exper. quorum instituendorum iter 1757. in insulam Osiliam susceptum occasionem praebuit; in Nov. comment. Petrop. Tom. VII. p. 445.

γ) Collectio omnium observ. quae occastione transitus Veneris per solem 1769. per imper. Russicum institutae sunt. Petrop. 1775. und in Nov. comment. Petrop. Tom. XIV. P. II.

Schwingungen mit Bequemlichkeit zu zählen, lassen sich Zeiger anbringen. An Grischow's Pendel befand sich einer, welcher seinen Umlauf binnen 100000 Schwingungen machte. Die Schwingungen werden während eines Sterntages gezählet, und daraus die Zahl berechnet, welche dem mittleren Tage zugehöret. Auch muß dabey auf den Grad der Wärme Rücksicht genommen werden, indem man nämlich entweder das Pendel beständig in einerley Wärme erhält, oder auch die Aenderung, welche dadurch in der Länge des Pendels vorgegangen seyn kann, mit in Rechnung bringt.

Die Länge des einfachen Sekundenpendels hat man gefunden *):

durch unmittelbare Messung

Beobachter	Ort	Breite	Sekundendel in paris. Lin.
Bouguer	Pichincha, 2400 Toisen hoch	0° 13′	438,69
——	Quito, 1500 Toisen hoch	0 25	438,82
——	Quito am Meer	— —	439,10
Richer	Cayenne	4 56	439,32
Bouguer	Panama	8 35	439,20
Godin	Portobello	9 33	439,08
——	klein Grava	18 27	439,37
Ulloa	Guarico	19 46	439,32
De la Caille	Cap der guten Hoffnung	33 55	440,05
Jacquier	Rom	41 54	440,28
Picard	Bayonne	43 30	440,50
Liesganig	Wien	48 12	440,56
Richer	Paris	48 50	440,60
Mairan	—	— —	440,57
Graham	London	51 31	440,60
Lulofs	Leiden	52 9	440,71
Mayer	Greiffswalde	54 4	440,83
	Archangel	64 33	441,10
	Kola	68 52	441,31

*) Bode Kenntniß der Erdkugel.

Durch Vergleichung der Schwingungszahlen

Beobachter	Ort	Breite	Sekundenpendel in paris. Linie
Condamine	Para	1° 28′	439,22
Campbell	Jamaika	18 0	439,44
Mairan	Paris	48 50	440,57
Graham	London	51 31	440,65
Celsius	Upsal	59 2	440,91
Grischow	Dörpt	48 26	440,92
——	Reval	59 26	440,95
Mallet	Petersburg	59 56	441,12
Maupertuis	Pello	66 48	441,17
Mallet	Ponoi	67 5	441,22

Auch lehret diese Tabelle, daß an ein und eben demselben Orte in großen Höhen die Pendel in Ansehung der Länge geringer, als in der Tiefe seyn müssen, wenn sie gleichzeitig schwingen sollen. Es muß also auch die Schwere in höhern Gegenden geringer werden, als sie in der Tiefe ist. Dasselbe Pendel machte in 24 Stunden

am Ufer des Amazonenflusses 98770
zu Quito 98740
auf dem Pichincha 98720

Schwünge. Von dem Betruge einiger Franzosen, welche gerade das Gegentheil haben erfahren wollen, s. m. den Artikel, **Gravitation** (Th II. S. 813 f.).

Auf einem Sphäroid muß nach **Newton's** Gesetzen die Zunahme der Schwere vom Aequator an gegen die Pole zu gerechnet, sich verhalten wie das Quadrat des Sinus der Breite. Die Angaben der Tabellen stimmen zwar mit diesen Gesetzen nicht vollkommen überein; dagegen muß aber auch ein Theil auf die Fliehkraft der Erde gerechnet werden, und gleichwohl sind die Abweichungen nicht so beträchtlich, daß man nicht daraus noch die Länge des Sekundenpendels unter dem Pol selbst suchen könnte. Weil nämlich die Schwere im Verhältnisse mit der Pendellänge ist, so verhalten sich auch die Zunahmen der Pendellängen wie die Quadrate der Sinus der Breiten. Ueberhaupt läßt

läßt sich aus diesem Gesetze die Pendellänge für jede Breite berechnen, wenn die für den Aequator nebst noch einer für irgend eine andere Breite gegeben ist. Eine Formel hierzu mit Beyspiel hat Herr **Kästner** [α]) angegeben. **Darquier** [β]) theilet eine Tafel von 23 Längen des Sekundenpendels mit, bey welcher eine jede Beobachtung mit der Rechnung nach **Newton's** Voraussetzungen verglichen ist. Die Pendellänge unter dem Aequator wird darin nach **Bouguer** 439 Linien gesetzt; **Kästner** gibt sie aus **Bouguer** figure de la terre p. 324. au niveau de la mer = 439,21; **de la Lande** Astron. 2699. auch als von **Bouguer** beobachtet = 439,07, welches **Kästner** für einen Schreibfehler hält. In **Darquier's** Tafel ist die nördlichste Beobachtung von Lyons auf Spitzbergen unter 79° 50′ nördlicher Breite = 441,37 Linien; **Darquier** selbst fand zu Toulouse unter 43° 36′ Breite die Pendellänge 440,40 Linien. Aus **Newtons** Gesetzen sollte sie nach der Rechnung auf Spitzbergen 441,19, zu Toulouse 440,11 seyn. Folglich weicht die Berechnung von der Beobachtung auf Spitzbergen um 0,18, zu Toulouse 0,29 ab. Es ist ungewiß, welche Beobachtungen **Darquier** bey seiner Rechnung zum Grunde geleget hat; ist aber die vom Aequator dabey, und, wie es scheint, um 0,21 zu klein angenommen, so dürfte nach Verbesserung dieses Fehlers die Abweichung der Berechnung von der Beobachtung sich um ein beträchtliches vermindern.

Wäre die Gestalt der Erdmeridiane vollkommen elliptisch, so würde man auch aus den beobachteten Pendellängen auf die Größe der Grade einen sichern Schluß machen können. In allen Kegelschnitten aber verhalten sich die Halbmesser der Krümmung wie die Würfel der Normallinien. Im Ellipsoid sind die Schweren

α) Anfangsgründe der höhern Mechanik 2te Aufl. 1793. Abschn. II. 52. X. XI.

β) Observat. astron. faites à Toulouse.

ren in dem Verhältnisse der Normallinien. Daraus folgt also, daß sich die Länge der Grade wie die Würfel der Schwere oder wie die Würfel der Pendellängen verhalten. Allein es zeigt die Anwendung, daß nach diesem Satze beträchtliche Fehler entstehen; daher scheint es, als ob die Meridiane der Erde keine vollkommene elliptische Gestalt hätten, welches auch selbst die unmittelbaren Messungen zu erkennen geben. M. s. **Erdkugel.** Es ist daher alle Wahl sicherer, aus den beobachteten Pendellängen bloß auf die Größe der Schwere, nicht aber auf die Gestalt der Erde zu schließen.

M. s. *Montucla* histoire des mathematiques Tom. II. p. 268. 384. **Kästner** Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abschnitt II. **Bode** Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel.

Percussion s. Stoß.

Percussionsmaschine, Stoßmaschine, Maschine des Mariotte (machina, qua experimenta circa collisionem s. conflictum corporum instituuntur, machine de Mariotte pour les expériences du choc des corps). Eine eigene Vorrichtung zu Versuchen über die Geschwindigkeit bewegter Körper nach dem Stoße. Diese Maschine, welche gewöhnlich einen Theil des physikalischen Apparates ausmacht, hat zur Absicht, die Gesetze des Stoßes der Körper gegen einander zu erläutern und zu bestätigen.

Mariotte [a]) war der erste, welcher die Geschwindigkeiten durch die Fallhöhe bestimmte, indem ein jeder Körper, welcher auf einem vorgeschriebenen Wege frey herabgehen muß, an jeder Stelle desselben eine Geschwindigkeit erhält, welche derjenigen gleich ist, die der Höhe seines Falles bis an diese Stelle zugehöret. Der Widerstand der Luft ist hierbey von keiner Beträchtlichkeit, besonders wenn dichte Körper, als z. B. Glaskugeln, Bleykugeln, Kugeln von Elfenbein u. s. von nicht allzugroßen Höhen herabfallen.

Man

a) De la percussion ou choc des corps; in den oeuvres de *Mariotte*. à la Haye 1740. Tom. I.

Man nehme an, zwey Kugeln (fig. 142.) p, q hiengen an Fäden von c und d in einerley vertikalen Ebene so herab, daß sie sich in einem Punkte berührten, welcher mit ihren Mittelpunkten in einer horizontalen Linie liegt, und es würde die eine Kugel q in der Vertikalfläche d q b bis b erhoben und frey herabgelassen, so wird sie alsdann in q mit einer Geschwindigkeit ankommen, welche der Höhe e q zugehöret. Auf eben diese Art würde auch p bis g erhoben im Rückfall in p mit einer Geschwindigkeit ankommen, welche der Höhe f p zugehöret. Beide Geschwindigkeiten verhalten sich zu einander wie die Quadratwurzeln dieser Höhen. Es lassen sich daher die Höhen mittelst eines auf dem Gestelle angebrachten Maßes so wählen, daß die dazu gehörigen Geschwindigkeiten jedes verlangte Verhältniß besitzen. Sind die Bogen, welche die Kugeln durchlaufen, klein, so verhalten sich die Quadratwurzeln ihrer Quersinus, d. i. e q und f p, wie die Bogen selbst, oder man kann alsdann die Geschwindigkeiten durch die Bogen selbst messen. Man theilt daher die Bogen in gleiche Theile, und erhebt die Kugel bis zu einem solchen Theil, dessen Zahl, z. B. 4, die Geschwindigkeit der Kugel ausdrucket, die sie an der untersten Stelle erhalten hat. Bey etwas großen Bogen ist aber dieß irrig.

Der Stoß erfolget nun unten bey p q, und nach demselben gehen entweder beide Kugeln nach der Richtung der stoßenden, oder die eine geht der Richtung der stoßenden entgegen, oder sie gehen beide zurück. Der in Theile getheilte Bogen a p b zeiget alsdann, wie weit sie wieder steigen, und die senkrechte Höhe dieses Steigens oder der Bogen gibt ein leichtes Mittel, die Geschwindigkeit nach dem Stoße mit dem vor dem Stoße zu vergleichen. Die beiden Kreisbogen a p und q b müssen eigentlich von einander getrennt seyn; jener ist nämlich um c und dieser um d beschrieben, und sie müssen bey q p so weit von einander abstehen, als die Summe der Halbmesser beider Kugeln beträgt.

Umständ-

Umständliche Beschreibungen solcher Percussionsmaschinen geben s'Gravesande [α]) und Nollet [β])

Perigäum s. **Erdnähe.**

Perihelium s. **Sonnennähe.**

Periode, Julianische (periodus Juliana, période Julienne). In der Chronologie wird eine **Periode** überhaupt eine Reihe von Jahren genannt, nach deren Verlauf die nämliche Begebenheit oder das nämliche Zeitmerkmahl wiederkehret. Die **julianische Periode** insbesondere ist eine Reihe von 7980 julianischen Jahren, nach deren Verlauf das Jahr wieder einerley Zahlen im Sonnen- Mond- und Indiktionscykel erhält. M. s. Cykel. **Joseph Scaliger** hat diese julianische Periode zuerst in der Chronologie eingeführet, und sie zum Maßstabe aller übrigen Epochen gebrauchet.

Es bestehet der Sonnencykel aus 28, der Mondcykel aus 19 und der Indiktionscykel aus 15 julianischen Jahren. Das Produkt dieser drey Cykel gibt die Jahre der julianischen Periode $28 \cdot 19 \cdot 15 = 7980$ Jahre. Es würden sich daher diese drey Cykel nach Verlauf dieser Jahre zugleich endigen, wenn sie mit einem Jahre zugleich angefangen hätten.

Wenn für ein gewisses Jahr der Sonnencykel, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl gegeben sind, so läßt sich alsdann finden, was es für ein Jahr der julianischen Periode sey.

1. Man setze nämlich die gesuchte Zahl $T = a \cdot A + b \cdot B + c \cdot C$, so wird erfordert, daß die Zahlen a, b, c, sie mögen auch seyn, welche sie wollen, nie größer, als 28, 19 und 15, überdem die Zahlen A, B, C so beschaffen sind, daß sich A durch 19 und 15, B durch 28 und 15, und C durch 28 und 19 ohne Rest dividiren lassen.

2.

α) Physices elementa mathemat. L. I. c. 23.

β) Physikalische Lehrstunden. B. II. Leipz. 1777. S. 114 u. f.

2. Demnach setze man $A = 28\alpha + 1$, $B = 19\beta + 1$ und $C = 15\gamma + 1$, so hat man im ersten Falle $\frac{T}{28} = \frac{b.B + c.C}{28} + (\alpha + \frac{1}{28})a$; im zweyten $\frac{T}{19} = \frac{a.A + c.C}{19} + (\beta + \frac{1}{19})b$; und im dritten $\frac{T}{15} = \frac{a.A + b.B}{15} + (\gamma + \frac{1}{15})c$ als ganze Quotienten, die letzten Theile ausgenommen, wo die Reste nach der Ordnung a, b, c sind, wofern nicht $a = 28$, $b = 19$ und $c = 15$ ist.

3. Man nehme $28\alpha + 1 = 19.15.m$; $19\beta + 1 = 28.15.n$; $15\gamma + 1 = 28.19.r$, daraus findet man $\alpha = \frac{19.15.(m-1)}{28} = 10m + \frac{5m-1}{28}$; $\beta = \frac{28.15(n-1)}{19} = 22n + \frac{2n-1}{19}$; $\gamma = \frac{28.19.(r-1)}{15} = 35r + \frac{7r-1}{15}$. Nun setze man $\frac{5m-1}{28} = x$, mithin $28x = 5m - 1$ und $m = 5x + \frac{3x+1}{5}$; soll also m die möglichst kleinste ganze Zahl seyn, so muß man $x = 3$ annehmen, da alsdann $m = 17$ wird, und man findet die kleinste ganze Zahl für $A = 19.15.17 = 4845$. Der Ausdruck $22n + \frac{2n-1}{19}$ zeigt schon von selbst, daß n wenigstens 10 seyn müsse, wenn β die kleinste ganze Zahl seyn soll, und daß gibt für B die kleinste ganze $28.15.10 = 4200$. Setzt man endlich $\frac{7r-1}{15} = z = \frac{7r-1}{2.7+1} = \frac{r - \frac{1}{7}}{2 + \frac{1}{7}}$, so findet man $r = 2z + \frac{z+1}{7}$, und daraus erhellet, daß für die kleinste ganze Zahl von r die Zahl $z = 6$ seyn müsse, also

also r = 13: dieß gibt nun auch für C die kleinste Zahl = 28 . 19 . 13 = 6916.

4. Man hat also T = 4845 . a + 4200 . b + 6916 . c. Nimmt man a = b = c = 1 so wäre T = 4845 + 4200 + 6916 = 15961 schon größer als die julianische Periode 7980. Demnach erhält T alle Mahl etliche julianische Perioden. Dividiret man also T durch 7980, so zeigt der Quotiente, wie viel julianische Perioden darin enthalten sind, und der Rest, wie viele Jahre in der laufenden Periode verflossen sind.

Exempel. Im Jahre 1799 ist der Sonnencykel = 16, die güldene Zahl = 14, der Römer Zinszahl = 2, und man findet

a . A = 16 . 4845 = 77520
b . B = 14 . 4200 = 58800
c . C = 2 . 6916 = 13832

und T = 150152 dividiret durch 7980

Anzahl der julian. Periode = 6512.

Wenn die Jahrzahl 1799 von der Zahl 6512 subtrahiret wird, so bleibt zum Reste 4713. Es würden also im Jahre 4714 vor Christi Geburt der Sonnencykel, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl = 1 gewesen seyn, und daselbst die julianische Periode ihren Anfang genommen haben, wenn man sich von jeher dieser cyklischen Rechnung bedienet hätte, und die Welt wirklich so alt wäre. Man kann daher auch sehr leicht die Jahrzahl der laufenden julianischen Periode dadurch finden, daß man zur gegebenen Jahrzahl die Zahl 4713 addiret. Dividiret man hiernächst die Summe durch 28, 19, 15, so zeigen die Reste nach der Ordnung den Sonnencykel, die güldene Zahl und der Römer Zinszahl.

Weiß man, in welchem Jahre der julianischen Periode die merkwürdigen politischen Aeren oder Epochen ihren Anfang genommen haben, so kann man dadurch sehr leicht ein Jahr, welches nach einer fremden Jahrrechnung bestimmt ist,

ist, in die uns bekanntere Jahrrechnung bringen, für beide Jahrrechnungen das julianische Jahr gebrauchet. Z. B. die alten Griechen setzten ihre Jahrrechnung mit der Einführung der olympischen Spiele fest, welche alle 4 Jahre gehalten wurden, daher sie diesen Zeitraum von 4 Jahren eine Olympiade nannten. Ihr Anfang fällt in das 3938ste Jahr der julianischen Periode. Weil nun 4714 — 3938 = 776, so fällt die Olympiadenaere 776 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung. Bey den alten Römern wurde die Erbauung der Stadt Rom als ihre Epoche festgesetzet, und nach den Bestimmungen des **Varro** fällt dieses Jahr in das 3961 ste Jahr der julianischen Periode; demnach 4714 — 3961 = 753 Jahre vor der christlichen Aere u. s. f.

Periodischer Monath s. **Monath.**

Periodische Umlaufszeiten s. **Planeten.**

Perioeci s. **Nebenbewohner.**

Periscii s. **Umschattige.**

Perspektiv (perspectiua, perspectiue) heißt diejenige Wissenschaft, welche die Regeln zeiget, sichtbare Gegenstände so zu zeichnen, wie sie dem Auge erscheinen müßten, wenn es selbige durch eine durchsichtige Tafel betrachtete. Gewöhnlich wird die Perspektiv als ein Theil der optischen Wissenschaften angesehen; ihre Gesetze beruhen aber ganz allein auf den Gründen der Optik, und es kömmt in ihr vorzüglich auf die Auflösung eines sehr allgemeinen Problems an. Ihre ausführliche Geschichte findet man beym **Lambert** [α]) und auszugsweise von **Klügel** beym **Priestley** [β]).

Perspektiv. Ist ein gemeiner Nahme der kleinen Fernröhre, durch welche gewöhnlich die Gegenstände gerade, nicht verkehrt, gesehen werden können, und folglich wahre holländische oder galileische Fernröhre sind.

Perspektiv, magisches s. **Zauberperspektiv.**

Perturbationen, Störungen des Planetenlaufs (perturbationes motuum caelestium s. planetarum, pertur-

α) Freye Perspektik. Zweyte Ausg. Zürich 1774. 8. II Theile.
β) Geschichte der Optik. S. 75 u. f.

perturbations des mouvemens coelestes) sind Abweichungen der Himmelskörper von ihren regelmäßigen elliptischen Bahnen, welche durch ihre gegenseitigen Anziehungen verursachet werden.

Schon in den ältesten Zeiten, als man den Lauf der Himmelskörper etwas genauer beobachtete, hat man selbigen unregelmäßig gefunden, und die am meisten bemerkbaren Abweichungen von der Gleichförmigkeit, welche periodisch wachsen und abnehmen, mit dem Nahmen der ersten, zweyten u. s. **Ungleichheit** beleget. Bey allen Weltsystemen, die man sich von dem Laufe der Himmelskörper ausdachte, hat man beständig mit Rücksicht darauf genommen, diese Ungleichheiten zu erklären. Unter allen aber vermochte keines, außer das copernikanische System verbunden mit der keplerischen Theorie vom Planetenlaufe, die größt-mögliche Befriedigung davon zu geben. Gleichwohl aber bleiben immer noch sehr viele Ungleichheiten, besonders beym Laufe des Mondes zurück, die ganz unerklärbar blieben, und nach dieser Zeit sind von den Astronomen noch weit mehrere Ungleichheiten entdecket worden, welche die ältern Astronomen nicht kannten. Nachdem aber **Newton** seine Entdeckung von der allgemeinen Anziehung der Himmelskörper gegen einander bekannt machte, so wird auch selbst dadurch ein sehr großes Licht über den bisher beständig dunkel gewesenen Gegenstand verbreitet. Nach **Newton's** Systeme gravitiren nämlich alle Himmelskörper gegen einander. Wären daher die Planeten ganz allein der Wirkung der Sonne unterworfen, so würden diese unläugbar nach den keplerischen Gesetzen regelmäßige elliptische Bahnen beschreiben; allein da sie auch gegen einander selbst und auf gleiche Art gegen die Sonne gravitiren, so müssen nothwendig aus diesen verschiedenen Anziehungen Ungleichheiten in ihren elliptischen Bewegungen entstehen, welche man durch Beobachtungen wahrgenommen hat, und welche nothwendig bestimmt werden müssen, um genaue Tafeln der Bewegungen der Planeten zu erhalten. **Newton's** Theo-

rie

rie zeiget also den wahren Grund nicht allein von dem so bewundernswürdigen Laufe der himmlischen Körper, sondern auch von allen Störungen in selbigen, welche man bisher entdecket hat. Zwar hat es die mathematische Analysis, so große Fortschritte sie auch in den neuern Zeiten gemacht hat, noch nicht in ihrer Gewalt, die strenge Auflösung der Aufgabe von den Störungen der Himmelskörper gegen einander zu geben, daher wir uns bloß mit Näherung begnügen müssen; allein es bleibt gar keinem Zweifel unterworfen, daß sie sowohl von den bisher bekannten Ungleichheiten der Planeten- und Kometenbahnen den wahren physischen Grund angibt, als auch die vielleicht in der Folge noch zu entdeckenden Ungleichheiten ihren Gesetzen unterwirft.

Selbst **Newton** [α]) bestimmte schon einen großen Theil dieser Abweichungen, z. B. den Rückgang der Knoten, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe, und die stärksten Ungleichheiten des Mondes sehr glücklich. Die übrigen Abweichungen war er freylich nicht im Stande zu erklären, weil die Analysis damahliger Zeit noch nicht so weit entwickelt war, als zu dieser Bestimmung nothwendig erforderlich ist. Selbst beym Besitze der Kunstgriffe der Analyse bleibt diese Sache noch so sehr verwickelt, daß wir uns begnügen müssen, aus der unendlichen Menge von Ungleichheiten, welchen die Planeten unterworfen sind, die merklichsten abzusondern, und ihre Werthe zu bestimmen.

Die Theorie der Störungen, welche die Himmelskörper gegen einander vermöge ihrer gegenseitigen Anziehungen verursachen, haben **de la Lande** [β]) und in einem eigenen Lehrbuche **Cousin** [γ]) vorgetragen. Auch Herr **Klügel** [δ]) hat die allgemeinen Formeln, worauf sich diese Lehre bringen läßt,

α) Princip. L. III. prop. 21 sqq.
β) Astronomie liv. XXII.
γ) Introduction à l'étude de l'astronomie physique à Paris 1787.
δ) De perturbationibus corporum caelestium facilius et concinnius evolvendis; in commentat. societ. scient. Goetting. ad an. 1789. et 1790.

läßt, leichter und zur Anwendung geschickter zu machen gesuchet. Auch Herr **la Place** hat in mehreren Abhandlungen *) diese Theorie aus einander gesetzet, und noch neuerlich in einem eigenen vortrefflichen Werke [β]) meisterhaft vorgetragen. Aus diesem Werke werde ich kurz das Nöthigste hier mittheilen.

Es können die Störungen der elliptischen Bewegungen der Planeten in zwey Classen getheilet werden; die einen werden von den Elementen der elliptischen Bewegung verursachet; diese wachsen sehr langsam, und man hat sie daher **seculare Ungleichheiten** genannt. Die andern sind von den Stellungen der Planeten theils gegen einander, theils gegen ihre Knoten und ihre Sonnennähe abhängig, und finden sich alle Mahl wieder ein, so oft diese Stellungen die nämlichen werden; man hat sie **periodische Ungleichheiten** genannt, um sie von den secularen Ungleichheiten zu unterscheiden, welche zwar auch periodisch sind, aber deren viel längere Perioden von der gegenseitigen Stellung der Planeten unabhängig sind.

Die einfachste Art, die verschiedenen Störungen zu betrachten, besteht darin, daß man sich einen Planeten vorstellet, welcher sich den Gesetzen der elliptischen Bewegung gemäß in einer Ellipse beweget, deren Elemente durch unmerkliche Grade sich ändern, und daß man sich zugleich vorstellet, der wahre Planet mache um diesen erdichteten Planeten Schwingungen in einer sehr kleinen Bahn, deren Beschaffenheit von seinen periodischen Ungleichheiten abhängt. Auf solche Art werden seine secularen Ungleichheiten durch die des erdichteten Planeten, und seine periodischen Ungleichheiten durch seine Bewegung um eben diesen Planeten dargestellet.

Was

*) Théorie du mouvement et de la figure elliptique des planétes. à Paris 1784. théorie des attractions des sphéroides et de la figure des planétes 1785; und in den Mémoir. de l'Acad. des scienc.

β) Darstellung des Weltsystems aus dem Französ. Frankf. am M. 1797. 8. Th. II.

Was die secularen Ungleichheiten betrifft, welche, indem sie erst mit Verlauf von Jahrhunderten bemerkbar sind, die Länge, die Gestalt und Lage aller Planetenbahnen ändern müssen, so ist die beträchtlichste unter ihnen diejenige, welche auf die mittlere Bewegung der Planeten Einfluß haben kann. Durch Vergleichung der seit der Wiederherstellung der Astronomie gemachten Beobachtungen scheint die Bewegung des Jupiters schneller, und die des Saturnus langsamer nach Vergleichung eben dieser Beobachtungen mit den ältern. Hieraus haben die Astronomen geschlossen, daß die erste dieser Bewegungen von einem Jahrhunderte zum andern sich beschleunige, während die andere sich vermindere; und, um auf diese Veränderungen Rücksicht zu nehmen, haben sie in die Tafeln dieser Planeten zwey seculare Gleichungen, welche wie die Quadrate der Zeiten wachsen, eingeführet, wovon die eine zur Bewegung des Jupiters addiret, die andere von der des Saturnus abgezogen werden muß. Die Ursache hiervon suchte man in der gegenseitigen Wirkung dieser zwey beträchtlichsten Planeten in unserm Systeme. **Euler**, welcher sich damit zuerst beschäftigte, fand eine Seculargleichung, welche für diese beiden Planeten gleich ist, und zu ihren mittleren Bewegungen addiret werden muß, welches den Beobachtungen widerspricht. **La Grange** fand in der Folge genauere Resultate, andere Geometer aber fanden andere Gleichungen. Bey dieser Verschiedenheit bemühete sich Herr **la Place**, diesen Gegenstand durch Hülfe der Analyse sorgfältig zu entwickeln, und fand den wahren analytischen Ausdruck der secularen Ungleichheiten der mittleren Bewegungen der Planeten. Da er in demselben die Zahlenwerthe für den Jupiter und Saturn an die gehörigen Stellen setzte, sahe er mit Verwunderung, daß er auf Null gebracht wurde. Er vermuthete, daß dieß nicht bloß bey diesen Planeten Statt fände, und diese seine Vermuthung wurde auch durch Rechnung vollkommen bestätiget, so daß er daraus den Schluß ziehen konnte, daß überhaupt die mittleren Bewegungen

der Planeten, und ihre mittleren Entfernungen von der Sonne unveränderlich sind, wenigstens, wenn man die Biquadrate der Excentricitäten und der Neigungen der Bahnen und die Quadrate der störenden Kräfte aus der Acht läßt. Seitdem ist dieß Resultat noch mehr von **la Grange** bestätiget worden, indem er durch eine eigene Methode zeigte, daß es selbst alsdann Statt finde, wenn man auch auf die gedachten Potenzen zugleich mit Rücksicht nimmt.

Es hängen also die beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen des Jupiters und Saturnus nicht von ihren secularen Ungleichheiten ab. Die Beständigkeit der mittleren Bewegungen der Planeten und der großen Axen ihrer Bahnen ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen des Weltsystems. Alle andere elliptische Elemente der Planetenbahnen sind veränderlich; diese Ellipsen nähern sich der Figur des Kreises oder entfernen sich von ihr, beides ganz unmerklich; ihre Neigungen gegen eine unbewegliche Ebene und gegen die Ekliptik wachsen oder nehmen ab, ihre Sonnennähen und ihre Knoten sind in Bewegung. Diese durch die gegenseitige Wirkung der Planeten verursachten Veränderungen erfolgen so langsam, daß sie mehreren Jahrhunderten hindurch ungefähr den Zeiten proportioniret sind. Durch Beobachtungen sind sie jetzt bekannt worden. Die Ursache von der jährlichen Abnahme ihrer Neigung gegen den Aequator hat **Euler** zuerst entwickelt, zu deren Hervorbringung jetzt alle Planeten durch die respektive Lage der Ebenen ihrer Bahnen zusammenwirken. Vermöge der Attraktionstheorie ließen sich die wahren Werthe der secularen Ungleichheiten angeben, wenn nur ihre Massen genau bekannt wären; denn die alten Beobachtungen sind nicht genau genug, und die neuern sind in zu enge Grenzen eingeschlossen, als daß man hiernach die Größe dieser beträchtlichen Veränderungen bestimmen könnte. Erst in der Folge der Zeit werden diese Ungleichheiten mehr entwickelt werden können.

Hierbey

Hierbey entstehen noch folgende wichtige Fragen. Sind die elliptischen Planetenbahnen immer ungefähr kreisförmig gewesen? Sind nicht einige Planeten ursprünglich Kometen gewesen, deren Bahnen vermöge der Anziehung anderer Planeten sich nach und nach dem Kreise genähert haben? Wird die Abnahme der Schiefe der Ekliptik so lange fortfahren, bis die Ekliptik mit dem Aequator zusammenfällt, welches eine beständige Gleichheit der Tage und Nächte auf der ganzen Erde zur Folge haben würde? Alle diese Fragen beantwortet die Analyse auf eine befriedigende Art. Dem Herrn la Place ist es gelungen zu beweisen, daß, wie groß auch immer die Massen der Planeten seyn mögen, schon vermöge des einzigen Umstandes, daß sie alle nach einerley Richtung, und in wenig excentrischen und gegen einander wenig geneigten Bahnen sich bewegen, ihre sekulare Ungleichheiten periodisch, und in gerade Grenzen eingeschlossen sind, so daß das Planetensystem bloß um einen gewissen mittleren Zustand Schwingungen macht, wovon es sich nie weiter als um eine sehr geringe Größe entfernet. Es sind also die elliptischen Planetenbahnen immer beynahe kreisförmig gewesen, und werden es immer seyn, woraus folget, daß kein Planet ursprünglich ein Komet gewesen ist, wenigstens wenn man bloß auf die gegenseitige Winkung des Planetensystems Rücksicht nimmt. Auch wird die Ekliptik nie mit dem Aequator zusammenfallen, und die ganze Größe der Veränderung ihrer Neigung kann nicht viel über einen Grad steigen.

Nachdem la Place die Unveränderlichkeit der mittleren Bewegungen der Planeten erkannt hatte, so vermuthete er, die beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen des Jupiters und des Saturnus dürften von der Wirkung der Kometen herrühren; allein nach genauer Untersuchung fand er die Hypothese von jeder fremden Einwirkung unzureichend, indem ihm der Gang der beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen dieser beiden Planeten mit ihrer gegenseitigen Attraction vollkommen übereinstimmten. Er

fand, daß die Bewegungen des Jupiters und des Saturnus sehr nahe commensurabel sind, und die mittlere Bewegung des Saturnus fünf Mahl genommen dem doppelten von der des Jupiters sehr nahe gleich ist. Daraus schloß er, daß die Stücken, welche zum Argument haben das Fünffache der mittleren Länge des Saturnus weniger dem Doppelten von der des Jupiters, durch die Integration sehr merklich werden könnten, ungeachtet sie durch die Würfel und Producte von drey Dimensionen der Excentricitäten und der Neigungen der Bahnen multipliciret wären. Er betrachtete daher diese Stücke als eine sehr wahrscheinliche Ursache der beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen dieser Planeten. Durch mühsame Rechnungen bestätigte sich diese seine Vermuthung aufs vollkommenste. Das Resultat davon war endlich folgendes: 1) daß in der Theorie des Saturnus eine große Ungleichheit vorhanden sey, die in ihrem Maximum 9024″, 7 (nach der neuern Eintheilung) beträgt, und eine Periode von $917\frac{3}{4}$ Jahren hat; 2) daß die Bewegung des Jupiters einer übereinstimmenden Ungleichheit unterworfen sey, deren Gesetz und Periode die nämlichen sind, die aber, da sie ein entgegengesetztes Zeichen führet, sich nicht höher als auf 3856″, 5 beläuft.

Bey den periodischen Ungleichheiten kömmt es vorzüglich auf die berühmte Aufgabe von **drey Körpern** an, welche die Gesetze untersuchet, nach welchen sich drey gegenseitig anziehende Körper bewegen, wenn entweder 1) zwey von ihnen um den dritten, oder 2) einer von ihnen um den zweyten und diese beide zugleich um den dritten laufen. Allein die strenge Auflösung dieser Aufgabe übersteiget die Kräfte der Analyse. So sehr sich auch die Herrn **Euler**, **Clairaut** und **d'Alembert** Mühe gegeben haben, diese Aufgabe aufzulösen, so sind doch ihre Bemühungen, besonders für den Mond, fruchtlos gewesen. Sie fanden übereinstimmend die Bewegung des Mondes in der Erdnähe um die Hälfte kleiner, als nach den Beobachtungen.

Der

Der Mond wird zugleich von der Sonne und der Erde angezogen, aber seine Bewegung wird nur durch den Unterschied der Wirkungen der Sonne auf diese beiden Körper gestöret. Könnte man die Sonne als unendlich entfernet annehmen, wie die übrigen Fixsterne, so wirkte sie auf beide auf gleiche Art und nach parallelen Richtungen; ihre relative Bewegung würde also durch diese beiden gemeinschaftlichen Wirkungen nicht gestört. Allein ihre Entfernung kann, ungeachtet sie in Vergleichung mit der des Mondes sehr groß ist, doch nicht für unendlich angenommen werden. Der Mond ist wechselsweise näher bey der Sonne, oder weiter von ihr entfernet, als die Erde, und die gerade Linie, welche seinen Mittelpunkt mit dem der Sonne verbindet, macht mit dem Radius Vektor der Erde mehr oder minder stumpfe Winkel. Es wirkt also die Sonne auf ungleiche Art, und nach verschiedenen Richtungen auf die Erde und den Mond, und aus dieser Verschiedenheit der Wirkungen müssen in der Bewegung des Mondes Ungleichheiten entstehen, welche von den respektiven Stellungen des Mondes und der Sonne abhängen. Die Analyse lehret, daß die Theorie der allgemeinen Anziehung nicht allein die drey großen Ungleichheiten, welche man mit den Nahmen **Evection**, **Variation** und **Jahresgleichung** beleget hat, und welche schon den alten Astronomen bekannt waren, aufs vollkommenste erkläret, sondern daß sie auch noch eine große Anzahl anderer weniger beträchtlicher bekannt gemacht habe, welche durch bloße Beobachtungen zu entdecken und festzusetzen beynahe unmöglich gewesen wäre. Je mehr diese Theorie vervollkommnet wurde, desto mehr Genauigkeit erhielten die astronomischen Tafeln, welches der größte Triumph für **Newtons** System ist. Bey den Zusammenkünften des Mondes mit der Sonne ist der Mond ihr näher, als die Erde, und leidet eine beträchtliche Einwirkung von ihr. Der Unterschied der Anziehung der Sonne gegen diese zwey Körper geht folglich alsdann auf die Verminderung der Schwere des Mondes gegen die Erde. In den Oppositionen hingegen ist der Mond von der Sonne wei-

ter entfernet, und wird von ihr schwächer angezogen; der Unterschied der Wirkungen der Sonne geht folglich noch auf die Verminderung der Schwere des Mondes. In diesen beiden Fällen ist die Verminderung sehr nahe die nämliche und dem doppelten Produkte aus der Masse der Sonne in den Quotienten des Halbmessers der Mondbahn, dividiret durch den Würfel der Entfernung der Sonne von der Erde, gleich. In den Quadraturen geht die nach der Richtung des Halbmessers der Mondbahn zerlegte Wirkung der Sonne auf den Mond, auf die Vermehrung der Schwere des Mondes gegen die Erde; aber die Zunahme seiner Schwere beträgt nur die Hälfte von der Verminderung, die er in den Syzygien leidet. Auf solche Art entstehet aus allen Wirkungen der Sonne auf den Mond während seines synodischen Umlaufs eine mittlere nach dem Radius Vektor des Mondes gerichtete Kraft, welche die Schwere dieses Trabanten vermindert, und der Hälfte des Produktes der Masse der Sonne in den Quotienten des Halbmessers der Mondsbahn, dividiret durch den Würfel der Entfernung der Sonne von der Erde, gleich ist.

Um das Verhältniß dieses Produktes zu der Schwere des Mondes zu erhalten, ist zu bemerken, daß diese Schwere, welche ihn in seiner Bahn erhält, der Summe der Massen der Erde und des Mondes, dividiret durch das Quadrat ihrer Entfernung von einander, die Kraft aber, welche die Erde in ihrer Bahn erhält, der Masse der Sonne, dividiret durch das Quadrat ihres Abstandes von der Erde, sehr nahe gleich ist. Nun verhalten sich diese zwey Kräfte wie die Halbmesser der Bahnen der Sonne und des Mondes, dividiret durch die Quadrate der Umlaufszeiten dieser Gestirne (m. s. **Centralkräfte** Th. I. S. 541.); folglich verhält sich das vorige Produkt zur Schwere des Mondes, wie das Quadrat der siderischen Umlaufszeit der Erde; dieses Produkt beträgt also sehr nahe $\frac{1}{179}$ der Schwere des Mondes, welche mithin durch die mittlere Wirkung des Mondes um ihren 358ten Theil vermindert wird. Vermöge dieser Verminderung erhält sich der Mond in einer größern Entfernung von der Erde,

als

als wenn er der ganzen Wirkung ihrer Schwere überlassen wäre. Der durch seinen Radius Vektor um die Erde beschriebene Sektor wird dadurch nicht verändert, weil die Kraft, die sie bewirkt, nach diesem Radius gerichtet ist. Aber die wirkliche Geschwindigkeit und Winkelbewegung dieses Gestirnes werden vermindert, und es ist leicht zu sehen, daß wenn man den Mond so weit entfernet, daß seine Centrifugalkraft seiner durch die Wirkung der Sonne verminderten Schwere gleich ist, und sein Radius Vektor den nämlichen Sektor beschreibet, den er ohne diese Wirkung beschrieben hätte, dieser Radius um $\frac{1}{358}$ vermehret, und die Winkelbewegung um $\frac{1}{179}$ vermehret werden.

Diese Größen ändern sich im umgekehrten Verhältnisse der Würfel der Entfernungen der Sonne von der Erde. Wenn die Sonne in die Erdnähe kommt, so erweitert ihre nun stärker gewordene Wirkung die Mondsbahn; aber diese Mondsbahn zieht sich in eben dem Maße zusammen, als die Sonne ihrer Erdferne entgegenrückt. Der Mond beschreibt also im Weltraume eine Reihe von Epicykloiden, deren Mittelpunkte in der Erdbahn liegen, und die sich erweitern oder zusammenziehen, je nachdem die Erde der Sonne sich nähert, oder sich von ihr entfernet. Daraus entstehet in der Mondsbewegung eine der Mittelpunktsgleichung der Sonne ähnliche Gleichung mit dem Unterschiede, daß sie diese Bewegung vermindert, wenn die der Sonne zunimmt, und daß sie solche beschleuniget, wenn die Bewegung der Sonne abnimmt, so daß diese beiden Gleichungen ein entgegengesetztes Zeichen führen.

Die Winkelbewegung der Sonne verhält sich umgekehrt wie das Quadrat ihrer Entfernung; da nun in der Erdnähe diese Entfernung um $\frac{1}{60}$ kleiner ist, als ihre mittlere Größe, so wird die Winkelgeschwindigkeit um $\frac{1}{60}$ vermehret; die durch die Wirkung der Sonne in der Mondsbewegung bewirkte Verminderung um $\frac{1}{179}$ ist alsdann um $\frac{1}{20}$ größer; die Zunahme dieser Verminderung beträgt also alsdann den 3580ten Theil dieser Bewegung. Daraus folgt, daß die Mittelpunktesgleichung der Sonne zur Jahresgleichung des

Mondes sich verhält, wie $\frac{1}{20}$ der Sonnenbewegung zu $\frac{1}{3580}$ der Mondsbewegung.

Eine der Jahresgleichung ähnliche Ursache verursachet die seculare Gleichung des Mondes. Sie rührt nämlich von der Wirkung der Sonne auf diesen Trabanten in Verbindung mit der Veränderung der Excentricität der Erdbahn her. Herr **la Place** hat diese seculare Gleichung 34″, 337 (nach der neuen Eintheilung) gefunden. Uebrigens ist sie wie die Veränderungen der Excentricität der Erdbahn, periodisch, und kömmt, wie diese, erst nach Millionen Jahren wieder.

Die Bewegung der Mondsknoten und der Erdnähe sind hingegen beträchtlich. M. s. **Knoten.** Auch hängt die mittlere Wirkung der Sonne auf den Mond noch von der Neigung der Mondsbahn gegen die Ekliptik ab, und man könnte glauben, daß, weil die Lage der Ekliptik veränderlich ist, daraus in der Mondsbewegung Ungleichheiten entstehen müßten. Allein die Mondsbahn wird ohne Unterlaß durch die Wirkung der Sonne zu einerley Neigung gegen die Erdbahn zurückgebracht, so daß die größten und kleinsten Abweichungen des Mondes, vermöge der Veränderungen der Schiefe der Ekliptik, den nämlichen Veränderungen, wie die Abweichungen der Sonne, unterworfen sind.

Endlich hat Herr **la Place** die Ungleichheiten, welche in dem Laufe der Jupitersmonden durch ihre gegenseitige Wirkung auf einander entstehen, auf eine allgemeine Theorie gebracht, nach welcher **de Lambre** sehr genaue Tafeln der Jupitersmonden berechnet hat. M. s. **Nebenplaneten.**

M. s. **Kästner** Anfangsgründe der Astronomie §. 284 u. f. **la Place** Darstellung des Weltsystems a. d. Französ. übers. Frankf. am M. 1797. 8. Th. II.

Petrefakten, Versteinerungen, versteinerte Körper (petrefacta, petrificata, pétrifications). Diesen Nahmen führen abgestorbene organisirte Körper, welche mit fremden Erdarten durchdrungen, und dadurch verhärtet sind. Dergleichen organisirte Körper, welche nothwendig

in der Erde durch eine günstige Lage entweder ganz oder zum Theil ihre Bildung müssen behalten haben, sind von fünferley Art. Einige sind bloß calciniret, oder locker, zerreiblich geworden, wie verschiedene Thierknochen, Conchylien u. s. f. welche sich in Berghöhlen oder in lockern mergelartigen Erdlagern finden. Die **wahren** oder **vollkommenen Versteinerungen** hingegen haben die völlige Steinhärte erhalten, und finden sich in Menge im Kalkgestein oder in Flötzgebirgen. Eine dritte Art enthalten durchzogene oder angeflogene metallische Stoffe, wie z. B. die Conchylien und Fische mit Schwefelkies in den Thonschiefern und lettigen Thonlagern. Die vierte Art machen die **Steinkerne** (mulcec) aus, oder innere Abgüsse aus Höhlungen von Muscheln, und Schnecken, welche sich aus Steinmasse in der Schale geformet haben, wovon aber die Form verloren gegangen ist, wie die meisten Ammoniten u. dergl. Die fünfte Art machen die Abdrücke der Conchylien und Pflanzen auf der Oberfläche der so genannten **Spurensteine** aus, wie z. B. die Pflanzenschiefer u. dergl.

Die Versteinerungen überhaupt, welche man fast überall, sowohl auf den Gipfeln vieler Berge, als einige hundert Toisen unter der Meeresfläche im Innern der Erde antrifft, verdienen allerdings die Aufmerksamkeit des Naturforschers, indem sie in Rücksicht der Geschichte der Erde von ungemeiner Wichtigkeit sind.

Man findet dergleichen Versteinerungen weder im Granit, noch im Porphyr, weder im Gneis noch in einer andern Steinart der ursprünglichen Gebirge; auch kommen solche Produkte nur selten in sehr hoch liegenden Gebirgen von zweyter Entstehung vor, und es gibt selbst Gebirge von dieser Art, welche gar keine Ueberreste hiervon enthalten. Jedoch trifft man in den meisten Gebirgen von der zweyten Entstehung, auch wenn sie sehr hoch sind, solche Rückbleibsel von Thieren. So benachrichtiget le **Gentil** *), daß ihm **Don Ulloa** versichert habe, daß es in einem Kalkberge

*) Mémoir. de l'Acad. des scienc. de Paris 1771. p. 280.

berge der Cordillerien in Peru, der 2337 Toisen über die Meeresfläche erhaben sey, und so auch in andern Bergen von 2222 Toisen Höhe, versteinerte Muschelschalen gebe. In den weniger hohen Gebirgen von zweyter Entstehung aber und besonders in den Erdlagen, welche Gebirge von dritter Entstehung genannt werden, kommen die versteinerten Produkte in weit größerer Menge vor. Herr **Donati** [α]) versichert sogar, daß der ganze Boden des adriatischen Meeres, und ein Theil der Steinlagen, welche die Ufer desselben bilden, fast einzig und allein aus Sterncorallen bestehen.

Eine besonders auffallende Erscheinung ist, daß man fast in allen nördlichen Gegenden der alten Welt Ueberreste von versteinten Pflanzen und Thieren antrifft, welche heutzutage nur in sehr heißen Himmelsstrichen leben können. So trifft man in Sibirien sehr häufig auf Knochen von Elephanten und dergleichen von Naßhörnern. Von den erstern finden sich noch viele Zähne, die sich so gut erhalten haben, daß sie wie frisches Elfenbein verarbeitet werden. Auch hat man dergleichen Ueberbleibsel von Elephanten und Naßhörnern in Deutschland, England, Frankreich und Italien angetroffen. Von Italien bezeugen es Tozzeti, **Dolomieu, Galeato, Corrazi, Meatini, Muzzio,** u. a. m. In Deutschland hat man dergleichen bey Burg-Tonna im Gothaischen, in der Baumannshöhle u. s. gefunden [β]). Auch hat man eine Art von Bärenknochen in der scharzfelder Höhle und in der Gailenreuther am Fichtelberge angetroffen [γ]). In Nordamerika an den Ufern des Ohio findet man Knochen von außerordentlicher Größe einer bis jetzt unbekannten Elephantenart.

Von Fischen der süßen Wässer enthalten Abdrücke die mansfelder Thonschiefer und öminger Stinkschiefer, von See-

α) Geschichte des adriatischen Meeres.
β) Lettres sur les os fossiles d'élephans et de rhinoceros, qui se trouvent en Allemagne. Darmst. 1782. von Merk.
γ) Espers Nachricht von neu entdeckten Zoolithen und unbekannten vierfüßigen Thieren. Nürnb. 1774. Fol.

Seefischen die glarner Thonschiefer und pappenheimer Kalkschiefer. Auch besitzet Herr **Merk** einen versteinerten Crocodillkopf, welcher bey Nürnberg ausgegraben seyn soll. Uebrigens gibt es in den südlichen Gegenden noch viele andere Fische, von welchen in nördlichen Gegenden Versteinerungen vorkommen.

Was die Schalthiere anbetrifft, so findet man dergleichen versteinert in unsern festen Ländern in ungeheuerer Menge, welche jetzt nur in entferntern Meeren leben; ja es gibt unter den vorgefundenen Versteinerungen mehrere Arten, die man jetzt nirgends mehr lebend findet, wie z. B. von den Ammonshörnern, von den Orthoceratiten, von den so genannten Luchssteinen und Judensteinen oder versteinerten Seeigelstacheln, auch von den Gryphiten und mehrere Arten der Seeigelversteinerungen.

Auch die meisten Pflanzen, welche man im Mineralreiche findet, sind dem einstimmigen Urtheile aller Naturforscher zufolge, ausländisch. **Hugo** und **Woodward** haben bewiesen, daß die meisten Pflanzen, von welchen man in den erdharzigen Schiefern, die in England gegraben werden, Abdrücke findet, aus entferntern Ländern abstammen, und **Mill** und **Leibnitz** haben, in Rücksicht auf die Pflanzenabdrücke in Schiefern, die in Sachsen und überhaupt in verschiedenen Gegenden Deutschlandes vorkommen, diese Behauptung bestätiget. Die Hölzer (ligna fossilia) sind entweder Holzkohlen und noch völlig brennbar, oder metallisiret, und nur inwendig verkohlt, oder endlich vollkommen versteinerte Hölzer.

In Rücksicht auf die Geschichte der Erde lassen sich die Versteinerungen auf zwey Classen bringen, wovon die erste die Ueberbleibsel unbekannter Originale der Vorwelt enthält, die meistentheils in den Flözgebirgen in der ungestörtesten ruhigen Lage gefunden werden, wie die Ammoniten, Belemniten u. s. f. und fast lauter Seethiere sind. Die andere Classe begreift die von bekannten Originalen, und läßt sich wieder in solche theilen, deren Originale nur in weit entfern-

ten Erdstrichen gefunden werden, und solche, deren Originale noch in eben der Gegend vorhanden sind.

Die Folgen, welche sich hieraus auf die allmählige Bildung der Erde ziehen lassen, s. m. die Artikel, **Erdkugel, Berge.**

Anleitungen zur Versteinerungskunde findet man außer den Lehrbüchern der Naturgeschichte, beym **Bourguet** [a]) und **Walch** [β]). Von der Art ihrer Entstehung s. m. den Artikel, **Versteinerungen.**

M. s. **de la Metherie** Theorie der Erde. Leipz. 1797. B. II. S. 92 u. f.

Pflanzen, Vegetabilien, Gewächse (vegetabilia, corpora regni vegetabilis, plantae, végéteaux, plantes) heißen diejenigen organisirten Körper, welchen man zwar Leben, aber keine Empfindung und willkürliche Bewegung beyleget.

Es gibt Pflanzen, bey welchen sich die Wurzel in einen Stamm, Stengel oder Halm verlängert, welcher sich wieder in Aeste und Zweige vertheilet, an denen die Blätter sitzen; bey andern hingegen verbreiten sich die Blätter gleich an der Wurzel über der Erdfläche. Alle diese Theile haben einerley Bau; man findet nämlich an selbigen eine Oberhaut, eine Rinde, einen holzigen Theil und in der Mitte das Mark; sie dienen zum Wachsthum und Ernährung der Pflanzen, ob es uns gleich dabey unbekannt ist, durch welchen Mechanismus die Pflanzen die zu ihrer Nahrung dienenden Grundstoffe zubereiten. In den kältern Climaten höret zur Zeit des Winters die Bewegung des Nahrungssaftes auf, die Blätter fallen ab, und die Pflanzen schlafen. Auch gibt es gewisse Pflanzen, die täglich zu bestimmten Stunden schlafen; andere hingegen zeigen Reitzbarkeit, wenn sie durch irgend etwas berühret werden, oder auch andere Bewegungen, aber nie willkürliche.

Die

α) Traité des pétrifications à Paris 1742. 4. ib. 1778. 8.

β) Naturgeschichte der Versteinerungen. Nürnberg 1768 u. f. IV. Band in Fol.

Die Fortpflanzung der vegetabilischen Körper geschiehet auf mannigfaltige Art, theils durch bloßes Einsetzen der Stengel oder Zweige, durch Ablegen und Absenken, theils durch's Oculiren und Pfropfen, und bey den Zwiebelgewächsen besonders durch's Fortpflanzen der von einander gesonderten Zwiebeln; am gewöhnlichsten aber durch die Blüthe, bey welcher sich die so genannten **Staubwege** und **Staubfäden** als Befruchtungswerkzeuge befinden. Gewöhnlich haben die Staubfäden an ihren Enden **Staubbeutel**, welche den Blumenstaub enthalten; die Staubwege hingegen enthalten den Fruchtknoten mit den noch unbefruchteten Samenkörnern; sobald aber der Blumenstaub der Staubbeutel in die Narben der Staubwege fällt, so erfolget auch eine Befruchtung der Samenkörner, und es ist leicht zu begreifen, daß die stärkste Befruchtung bey der verhältnißmäßigen Menge von Samenstaub, der auf die Narbe fällt, vor sich gehen müsse. In dem zu wenig vorhanden gewesenen Samenstaube liegt daher oft der Grund, daß die Samenkörner klein und unvollkommen sind. Aus dieser Ursache bedienen sich verschiedene Blumenfreunde des Kunstgriffes, die Narben der Staubwege einer vollkommenen Blüthe in den Mittagsstunden mit dem Staubbeutel zu bepudern, um dadurch die größtmöglich vollkommensten Samenkörner zu gewinnen. Wenn eine solche Befruchtung vor sich gegangen ist, so fängt auch gemeiniglich die Blüthe welk zu werden an, die übrigen Theile fallen ab, und der Fruchtknoten wird nach und nach bis zur völligen Reife der darin enthaltenen Samenkörner immer größer. Diese Samenkörner treiben in der Erde neue Wurzeln, Stengel und Blätter, und bringen auf diese Art eine neue Pflanze von eben der Art hervor. Nach der Entdeckung des Herrn D. **Hedwigs** ist die Fortpflanzung und Gestalt der Befruchtungswerkzeuge bey den Moosen der gewöhnlichen sehr ähnlich, bey den Aftermoosen aber, wie bey den Pilzen, Trüffeln u. s. w. noch nicht genau genug untersuchet.

Die Lebensdauer der verschiedenen Pflanzen ist gar sehr verschieden; einige, wie z. B. die Eichen, können Jahrhun-

derte dauern, da hingegen andere von sehr kurzer Dauer sind, und alsdann absterben. Gewöhnlich theilt man die Pflanzen ein in **perennirende** und **Sommergewächse**, die letztern sterben mit dem Ende ihres ersten Sommers ab.

Der erste, welcher das Pflanzenreich mit glücklichem Erfolge unter ein System brachte, war der Ritter Linné, welchem auch die meisten Naturhistoriker, wiewohl hier und da mit einigen Abänderungen gefolget sind. Unter andern findet man die Botanik nach diesem Systeme von **Suckow** und **Batsch** vorgetragen.

Die chemische Zergliederung der Pflanzen zeiget, daß ihre nähern Bestandtheile, welche als solche in ihnen präexistiren, und bis jetzt bekannt und entdeckt sind, folgende sind: 1) **Pflanzenschleim** oder **Gummi**, welcher sich im Wasser auflösen läßt, getrocknet aber einen durchsichtigen, geruchlosen, unschmackhaften und in der Wärme nicht zergehenden zähen Körper vorstellet; 2) **Harz**, das sich im Wasser nicht, wohl aber im Weingeiste und Oelen auflösen läßt, und in der Wärme zergehet. M. s. **Harze**. 3) **Kleber**, welcher aus dem Mehle verschiedener Körner, Wurzeln und andern Theilen durchs Zusammenkneten und Abwaschen mit kaltem Wasser erhalten wird, und welcher ein vorzüglich nährender Theil für den thierischen Körper ist; 4) der **stärkeartige Theil**, welchen man aus dem zum Abwaschen des Mehls gebrauchten Wasser, indem es ruhig stehet, gewinnet, und welcher gewissermaßen einem Pflanzenschleime gleichet; 5) die **wesentlichen Pflanzensalze** welche sich in **süße** und **saure** abtheilen lassen; die letztern lassen sich ziemlich auf eine einzige vegetabilische Säure bringen, welche mit vegetabilisch-alkalinischen Grundtheilen Neutralsalze z. B. Sauerkleesalz, Weinstein u. s. f. bildet; auch die süßen Salze halten die nämlichen Bestandtheile wie die sauren, nur in ganz andern Verhältnissen; 6) die **eyweißartige Materie**, welche wahrscheinlich nebst dem Kleber den Stoff zur Bildung der festen Theile der Pflanzen abgibt; 7) der **zusammenziehende Stoff**, welcher die

die Auflösung des Eisens in Säuren schwarz niederschläget, und vorzüglich am meisten in den Galläpfeln angetroffen wird; 8) das **fette** und **ätherische Oel.** M. s. Oel. 9) **Kampher.** M. s. **Kamphersäure.** 10) der **scharfe Stoff**, welcher mehreren Pflanzen eigen ist, und eine betäubende Wirkung äußert; 11) das **fadige Gewebe**, welches sich verkohlen und einäschern läßt und gleichsam das Skelet der Pflanze vorstellet.

Wenn frische und saftige Körper aus dem Pflanzenreiche einer mäßigen Hitze ausgesetzet werden, so werden sie dabey ausgetrocknet und gedörrt; in einer größern Hitze aber, welche bis zum Glühen gehet, wird ein dicker Rauch aus ihnen getrieben, welcher die Körper, an die er schlägt, mit dem so genannten **Ruß** überziehet; wird endlich die Höhe noch weiter getrieben, so geht der Rauch in eine Flamme über, und die Pflanzenkörper verbrennen ganz, da alsdann der bloße feuerbeständige Theil, oder die Asche zurückbleibt, welche noch ein eigenthümliches Salz enthält. Unterwirft man hingegen die Pflanzentheile einer trockenen Destillation, in verschlossenen Gefäßen, so entwickeln sich aus selbigen Gasarten, und es geht zuerst ein wesentliches Wasser und bey verstärktem Feuer das empyreomatische Oel über. M. s. Oele.

Nach dem antiphlogistischen Systeme sind die Bestandtheile aller und jeder Pflanzen und aller ihrer nähern Bestandtheile Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wozu die Phlogistiker noch Brennstoff setzen. Nur in einigen nähern Bestandtheilen macht noch der Stickstoff einen wesentlichen Grundstoff aus.

Viele Antiphlogistiker behaupten, daß das Wachsthum der Pflanzen eine Zersetzung der Kohlensäure bewirke, wobey der Kohlenstoff in der Pflanze zurückbleibe, und zur Erzeugung von Oelen, Harzen u. s. f. verwendet, der Sauerstoff aber durch den Einfluß der Wärme, als Lebensluft von der Pflanze ausgehauchet werde. Diese Behauptung ist

besonders von **Senebier** in mehreren Schriften [a]) vertheidiget, und zugleich mit Versuchen unterstützet. Die Antiphlogistiker suchen hieraus zu erklären, wo die große Menge vom kohlensauren Gas bleibe, welches durchs Verbrennen, durchs Athmen der Thiere, durch Gährung u. s. f. erzeuget werde. Es sollen nämlich die Pflanzen dasselbe durch das Wachsthum zerlegen, wobey der größte Theil des entwickelten Sauerstoffes in die Atmosphäre zurückgehe.

Bringt man unter eine mit destillirtem Wasser, unter eine mit gemeinem Wasser, und unter eine mit kohlengesäuertem Wasser angefüllte Glocke Pflanzen, und setzt sie dem Sonnenlichte aus, so werden diejenigen welche mit destillirtem Wasser bedecket sind, gar keine Lebensluft geben, die mit gemeinem Wasser sehr wenig; diejenigen aber, welche mit dem kohlengesäuerten Wasser bedeckt sind, liefern sie in großer Menge. Wird das kohlengesäuerte Wasser immer wieder zur Entwickelung des Sauerstoffgas aus den Pflanzen gebrauchet, so verlieret es nach und nach sein Vermögen, und erhält die Natur des abgekochten Wassers. Blätter, welche vermittelst einer guten Luftpumpe von ihrer Luft sind befreyet worden, geben unter einer mit kohlengesäuertem Wasser angefüllten Glocke im Sonnenscheine noch 16 Mahl so viel Sauerstoffgas, als vorher die Luftpumpe Luft daraus gezogen hatte.

Herr D. **Ingenhouß** hat dagegen durch eine zahlreiche Menge genauer Versuche dargethan [β]), daß alle Pflanzen des Nachts eine irrespirable Luft aushauchen, nämlich Stickgas und kohlengesäuertes Gas. Dieß scheint also gegen die Behauptung des Herrn **Senebier** vielmehr eine Entwickelung

a) Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour metamorphoser l'air fixe au air pur par la végétation à Geneve, 1783. 8. Nouvelles expériences sur l'action de la lumière solaire pour la végétation, à Geneve, 1788. 8. Physiologie végétale; in der encyclopédie méthodique 1791.

β) Versuche mit Pflanzen u. s. a. d. Franz. von J. A. Scherer verb. Aufl. Th I-III. Wien, 1786-1790. gr. 8. Einige Beobacht. über die Kraft des mit fixer Luft angeschwängerten Wassers u. s. w. in Ingenhouß vermischten Schriften B. II. S. 391 f.

lung oder wenigstens eine unveränderte Zurücksendung, als eine Zersetzung des kohlengesäuerten Gas anzuzeigen. Herr **Senebier** ist aber der Meinung, daß die Blätter gesunder und ungestört wachsender Pflanzen des Nachts und im Dunkeln gar kein Gas ausströmen [a]). Die Versuche des Herrn D. **Ingenhouß** beweisen ferner noch, daß die Pflanzen zur Entwickelung des Sauerstoffgas während ihres Wachsthums im Sonnenlichte gar kein kohlengesäuertes Gas, weder im Wasser, noch in der umgebenden Atmosphäre nöthig haben, und es ist folglich die Erzeugung der Lebensluft nicht ausschließend der Kohlensäure zu zuschreiben; inzwischen ist doch auch die Thatsache selbst nicht zu bezweifeln, daß die Gewächse wirklich die Kraft besitzen, welche ihnen Herr **Senebier** beyleget, durch die Wirkung des Sonnenlichtes das mit dem Wasser oder aus der Luft eingesogene kohlensaure Gas zu zersetzen, und in Lebensluft umzuändern.

Auch Herr **Hassenfratz** [b]) hat gegen die Zersetzung der Kohlensäure durch das Wachsthum der Pflanzen erhebliche und durch Versuche unterstützte Einwendungen gemacht. Diejenigen Pflanzen, welche er im kohlengesäuerten Wasser aufgezogen hatte, gaben ihm bey der Zerlegung nicht mehr Kohlenstoff, als die andern. Auch meinet er, daß bey einer solchen Operation, welche als der umgekehrte Proceß des Verbrennens der Kohle im Sauerstoffgas zu betrachten sey, sehr viel freyer Wärmestoff gebunden, und daher Kälte erzeuget werde; da doch nach mehreren Beobachtungen das Wachsthum eine den Pflanzen eigene Wärme hervorbringen solle. Ja es müsse endlich die Luft unter der Glocke, wie durch das Wachsthum der Pflanze das kohlensaure Gas zersetzet wird, am Volumen zunehmen, und durch das abgeschiedene Oxygen an Heilsamkeit zunehmen, wovon er aber bey seinen länger als einen Monath fortgesetzten Beobachtungen nicht das

a) Lettre de Mſr. *Senebier* à Mſr. *Ingenhouſz*; in des letztern vermischten Schriften B. II. S. 477 f. remarques de Mſr. *Ingenhouſz* ſur la lettre précédente. Ebend. S. 481 f.

b) Sur la nutration de végéteaux ſec. mem. in den annal. de chimie, Tom. XIII. p. 318 etc.

geringste wahrgenommen hatte. Er glaubt daher, daß keines Weges das kohlensaure Gas, wohl aber das Wasser zersetzet werde.

Herr Senebier [a]) sucht alle diese Einwürfe dadurch zu heben, daß er sagt, es sey die Menge von Kohlenstoff in einer Pflanze viel zu gering, um einen Unterschied darin beym Wachsthume im kohlengesäuerten Wasser und im andern Wasser wahrnehmen zu können; die eigene Wärme der Pflanzen sey noch nicht so ganz ausgemacht, wie er bereits in einer andern Abhandlung gezeiget habe [β]), und auf die äußere Wärme des Sonnenlichtes könne hierbey keine Rücksicht genommen werden; auch habe er wirklich durch langes fortgesetztes Wachsthum der Pflanzen die Luft unter der Glocke merklich verbessert, und sogar das Stickgas verbessert, und die brennbare Luft in Knallluft verwandelt gefunden.

Aus allen diesen Angeführten scheint es doch, als ob beym Wachsthume der Pflanzen so wohl das Wasser als auch die Kohlensäure zerleget werde, denn Wasser allein ist ebenfalls nicht hinreichend, ein Nahrungsmittel für die Pflanzen abzugeben, indem alle ihre nähern Bestandtheile, welche sich durch das Wachsthum der Pflanzen bilden, außer dem Sauerstoff und Wasserstoff auch Kohlenstoff enthalten, welcher letztere darin weit beträchtlicher ist, als jene. Auch hat Herr Hassenfratz wirklich auch seine Versuche über die Vegetation der Pflanzen in reinem Wasser gefunden, daß sie darin zwar am Volumen und Gewicht zunehmen, aber nicht zur Vollkommenheit und Reife kommen, und daß die Menge des Kohlenstoffs darin nicht vermehret, sondern vielmehr etwas weniges vermindert wird.

Auch

a) Ueber die Wahrscheinlichkeit, daß das kohlensaure Gas durch die Pflanzen bey ihrem Wachsthum zersetzet werde. Aus d. journ. de phys. Tom. XLI. p. 205 sq. übers. in Grens neuem Journal der Physik. B. I. S. 229 f.

β) Les végéteaux ont-ils une chaleur, qui leur soit propre? Journ. de phys. Tom. XL. p. 173. in Grens Journ. der Physik. B. VII. S. 402 f.

Auch die Herrn **Gren**, von **Humboldt**, **Girtanner**, von **Uslar** α) und viele andere sind der Meinung, daß bey der Vegetation so wohl die Kohlensäure als auch das Wasser zerleget werde. Nach Herrn **Girtanner** β) ist der größte Theil des Sauerstoffgas, welches die Pflanzen am Sonnenlichte liefern, von der Zerlegung des Wassers herzuleiten; der Wasserstoff verbindet sich mit der Pflanze und der Sauerstoff wird frey, und geht in Gasgestalt weg. Aus dieser Verbindung des Wasserstoffes mit dem Kohlenstoffe entsteht die Kohle der Pflanzen, die Oele und alle übrige verbrennliche Theile derselben. Ohne Wasser und ohne kohlengesäuertes Gas ist gar keine Vegetation möglich. Diese beiden Körper zerlegen sich wechselsweise während der Vegetation. Der Wasserstoff verläßt den Sauerstoff, um sich mit dem Kohlenstoffe zu verbinden, woraus Oele, Harze u. s. f. entstehen. Zugleich entwickelt sich in großer Menge der Sauerstoff des Wassers und der Kohlensäure; er verbindet sich mit dem Lichtstoff, und geht zufolge der Versuche der Herrn **Priestley**, **Ingenhouß** und **Senebier** als Sauerstoffgas in die Luft.

Der Herr **von Humboldt** γ) nimmt als Nahrungsmittel der Pflanzen folgende Stoffe an: Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. So lange die Pflanze Lebenskraft besitzet, scheinen von selbiger Wasser- und Kohlenstoffgas in ihre Bestandtheile zerleget zu werden, wovon der größere Theil an die Gefäße selbst tritt, der kleinere hingegen abgeschieden und mittelst der Blätter und Würzelchen verdunstet wird. In allen Pflanzen findet man diese drey Stoffe, Erde fehlt in mehreren, obgleich in manchen Kalkerde in Ueberfluß vorhanden ist. Die Schwämme, welche vorzüglich nur durch

 Wasser

α) Fragmente neuerer Pflanzenkunde. Braunschw. 1794. 8.

β) Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin, 1795. 8. Kap. 37.

γ) Aphorismi ex doctrina physiologiae chemicae plantarum §. 11. in s. Florae Fribergensis specimen. Berol. 1793. 4. §. 21. von Humboldt Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen. Aus d. Lat. übers. von Gotth. Fischer. Leipz. 1794. 8. p. 105 sq.

Wasser erhalten werden, enthalten in großer Menge Wasserstoff. Einige Stücke vom agaricus campestris sahe Herr **von Humboldt** Tag und Nacht Wasserstoff aushauchen, und sie verdarben das Sauerstoffgas so, daß man es mit einem Knalle entzünden konnte. Eine Unze und 5 Drachmen von diesem Schwamme gab in dem Grade der Hitze, bey welchem sich aus dem Salpeter Sauerstoffgas entwickelt, 49 rheinl. Cubikzoll Luft, wovon 32,7 Wasserstoffgas, 16,3 kohlesaures Gas waren. Der Rückstand, eine mit wenig Kohlenstoff gemischte Kalkerde, wog 66 Gran. Herr **Suckow** *) hat zwar aus Versuchen gefunden, daß der agaricus deliciosus, welcher unter dem Wasser kohlengesäuertes Gas und Wasserstoffgas gibt, das letztere nicht aus sich selbst hergebe, sondern das Wasser zerlege, weil man aus selbigem, wenn er nicht unter Wasser ist, kein Wasserstoffgas erhalte. Allein der Herr **von Humboldt** erhielt aus dem agaricus campestris auch bey trockener Behandlung eine Menge Wasserstoffgas, und machte daraus den Schluß, daß es von den Schwämmen selbst, nicht aber von der Zerlegung des Wassers, herrühre.

Der Herr **von Humboldt** führet noch an, daß man vielleicht gegen die Ernährung der Pflanzen durch Zerlegung der Kohlesäure einwenden könne, es sey keine so große Menge von kohlengesäuertem Gas in der Natur anzutreffen, als hierzu nöthig wäre. Man solle aber erwägen, daß alle Pflanzen desto langsamer wüchsen, je größer ihr Ueberfluß an Kohlenstoff sey. Es werde eine Menge kohlensaures Gas erzeuget durch Verbrennung, Gährung, durchs Athmen der Säugthiere und Vögel; und nach Verschiedenheit der Ursachen, des Ortes, der Witterung, des Klima, mache es bald $\frac{1}{10}$, bald $\frac{1}{64}$ der atmosphärischen Luft aus; vermöge seines größern specifischen Gewichtes sinke es auf die grünende Erde herab, und dringe verbunden mit dem Wasser in die Würzelchen der Pflanzen ein. Das Kohlenstoffgas, welches man in der Atmosphäre und nach de **Saussüre** selbst auf den

*) Crells chemische Annalen 1789. S. 291.

den höchsten Bergen antreffe, scheine nur im Wasser aufgelöset, und mit diesem in die Höhe gestiegen zu seyn. Weil außerdem kaltes Wasser mehr Kohlensäure als warmes aufnehme, so möge auch wohl die Sonnenhitze das Wachsthum dieserwegen befördern, weil sie ein Hauptnahrungsmittel der Pflanzen zu den untersten Gegenden niederschlage. Die unterirdischen Gewächse, welche mehr Wasserstoff und Sauerstoff aufnehmen, werden durch ein Wasser getränkt, welches das kohlensaure Gas sowohl an der Oberfläche der Erde, als in dem Innern derselben verschluckt, wo häufige Steinkohlenflöze, welche Feuer nähren, dasselbe Jahrhunderte hindurch aushauchen.

Herr **Gren** [α]) breitet sich auch über die Vegetation und die Nahrungsmittel der Pflanzen etwas weiter aus, und zeiget, daß weder der Boden und die Dammerde allein, noch das Wasser allein, noch die Luft allein den zu ihrer Vegetation und zur Ausbildung ihrer nähern Bestandtheile erforderlichen Nahrungsstoffs hergeben, sondern daß sie auch nach den Versuchen der Herrn **Ingenhouß** und **Senebier** zu ihrem Gedeihen das Licht nothwendig hätten.

Der Herr **von Humboldt** [β]) hat sich eine ganz andere Vorstellung von dem Einflusse des Lichtes auf die Farben der Pflanzen gemacht. Er läßt das Licht in die Zusammensetzung der Pflanzen nicht selbst eingehen, sondern betrachtet es bloß als ein Reitzmittel, durch welches der vegetabilischen Fiber der Sauerstoff entzogen werde. Solche Reitzmittel sind das Licht und das Wasserstoffgas. Aus diesem Grunde geben die Pflanzen, welche demselben ausgesetzet sind, jederzeit, so lange sie wachsen, Sauerstoff von sich; und daher dunsten die Pflanzen an ihrem Standorte nur bey Tage Sauerstoffgas,

α) Systematisches Handbuch der gesammten Chemie. B. II. Halle, 1794. §. 1371. f.

β) Lettre à Mſr. *de la Metherie*; im Journ. de phyſ. Tom. XL. p. 154. Versuche und Beobacht. über die grüne Farbe unterirdischer Gewächse; in Grens Journal der Physik. B. V. S. 196 f. lettre de Mſr. *Humboldt* à Mſr. *Crell*; in den annal. de chimie 1793. Juillet. p. 106. Aphorismen, durch Fischer §. 12.

gas, zur Nachtzeit und im Dunkeln hingegen, wie die Thiere, kohlensaures Gas aus. Alle Theile der Pflanzen, welche einen Ueberfluß an Sauerstoff besitzen, und aus welchen man doch denselben nicht herauslocken kann, zeigen eine weiße oder bunte Farbe; diejenigen Pflanzen hingegen welche durch den Reitz vom Wasserstoffe oder dem Lichte den Sauerstoff fahren lassen, sind von frischem Grün. Hiernach ist also das Licht nicht die Ursache der grünen, sondern der Sauerstoff die Ursache der weißen oder bleichen Farbe; und die grüne scheint eher von der Vermischung des Kohlenstoffs mit Wasserstoff herzurühren. Er bemerket, daß man dieser seiner Meinung dieserwegen nicht beytreten wolle, weil man glaubte, die Sonnenstrahlen gingen mit den Gewächsen eine Verbindung ein, welche Lehre **Aristoteles** *) zuerst vorgetragen habe; die Pflanzen wären bloß im Sonnenschein grün, und entließen in diesem den Sauerstoff. Allein es gehörten zu den Reitzen, welche die Pflanzen antrieben, den Sauerstoff zu entlassen, außer den Sonnenstrahlen auch noch der Wasserstoff und das Lampenlicht. Hierbey beruft er sich auf verschiedene Versuche in einer freybergischen Grube, wo die Luft durch Wasserstoff äußerst verdorben das Licht auslöschte und die Lunge angriff, und wo er aus keimenden Crocuszwiebeln in feuchter Erde, nach sechszehn Tagen die Blätter grün und die Geschlechtshülle gelb fand. Daraus folgert er, daß die Blumen der Pflanzen auch ohne Sonnenstrahlen verschiedentlich gefärbt seyn können, welches daher nicht vom Lichte, sondern von der Menge des Sauerstoffes abzuhängen scheine.

Nach Herrn **Gren** trägt ein jedes, Dammerde, Wasser, Atmosphäre und Licht das seinige bey, um die Pflanzen zu ernähren, und sie im Wachsthume zu erhalten. In den Bestandtheilen dieser Materien trifft man alle diejenigen Stoffe an, welche die Pflanzen und alle ihre Theile zur Mischung haben; nämlich, Brennstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Azote. Nach Herrn **Hassenfratz** ist

*) Περὶ χρωμάτων. opera omnia ex ed. *du Val* Tom. I. p. 1209.

ist es die Dammerde vorzüglich, von welcher der Kohlenstoff der Pflanzen und ihrer Theile herrühret, welcher weder vom Wasser noch vom Lichte abgeleitet werden kann, und welcher auch schwerlich von der Zersetzung der von den Gewächsen eingesogenen Kohlensäure der Atmosphäre ganz allein herrühret, da diese in zu geringer Menge zugegen ist. Uebrigens enthält aber die Dammerde, oder der in Verwesung begriffene Dünger, auch noch die übrigen zur Ernährung der Pflanzen erforderlichen Grundstoffe, wie Wasserstoff und Azote; und besonders sind aus ihr wohl allein die feuerbeständigen Theile, wie feuerbeständige Alkalien, Kalkerde, phosphorsaure Grundlage abzuleiten. Das Wasser, welches die Pflanzen theils durch die Wurzeln aus dem Boden, theils durch die Blätter aus der Atmosphäre in sich saugen, geht theils unzersetzt in die Mischung ihrer Säfte und festen Theile ein, theils wird es unter Einwirkung des Sonnenlichtes und der Wärme, und durch die Verwandtschaft anderer Grundbestandtheile der Pflanzen zu dem einem oder andern Grundbestandtheile des Wassers zerlegt, indem sich, z. B. die kohlensaure Basis der Pflanzen mit dem Wasserstoff des Wassers und dem Brennstoff vereiniget, und der Sauerstoff des Wassers frey wird, und in Verbindung mit dem Wärmestoffe als Lebensluft aus den Pflanzen austritt. Die atmosphärische Luft wird von den Pflanzen eingesogen, und mit den Säften vermischt; der Sauerstoff wird von andern Grundtheilen, wie z. B. von der kohlensauren Basis aufgenommen, und das Stickgas abgeschieden, welches die Pflanzen auch bey ihrem Wachsthume im Schatten und zur Nachtzeit ausstoßen. Das kohlensaure Gas der Atmosphäre oder des Wassers, welches die Pflanzen in sich nehmen, wird von ihnen im Schatten oder im Dunkeln unzersetzt wieder ausgeschieden, im Lichte hingegen zerlegt, und der Sauerstoff daraus frey gemacht. Was endlich das Licht betrifft, so betrachtet dieses Herr **Gren** nicht wie die Antiphlogistiker, als bloßes Reitzmittel, um die Lebensluft auszustoßen. Die Frage, was es zur

Bildung des Sauerstoffgas in den Pflanzen selbst beytrage? wird dadurch noch nicht beantwortet; denn ist dieses Gas ein Mahl gebildet, so kann es sich ohne Reitzmittel durch seine eigene Elasticität von der Pflanze trennen. Nach Herrn **Gren** besteht das Licht aus Brennstoff und Wärmestoff; demnach wird durch die Anziehung verschiedener Grundstoffe, wie z. B. der kohlensauren Grundlage und des Wasserstoffs zum Brennstoffe, der Sauerstoff abgeschieden, der sich mit dem Wärmestoffe des Lichtes zur Lebensluft verbindet. Herr **Gren** sucht diese Theorie durchs Reifen der Weintrauben zu erläutern. Es enthält nämlich der Saft der unreifen Weintrauben Zitronensäure, welche beym fortdauernden Wachsthume in Zucker und Weinsteinsäure übergehet, wozu aber das Sonnenlicht und Wärme Bedingung ist. Es unterscheidet sich aber die Weinsteinsäure von der Zitronensäure durch ein größeres Verhältniß des Brennstoffes und ein geringeres des Sauerstoffes gegen die kohlensaure Basis und das Hydrogen. Die Weinsteinsäure unterscheidet sich wieder vom Zucker durch ein geringeres Verhältniß des Brennstoffs, und ein größeres des Sauerstoffs. Es muß daher der Uebergang der Zitronensäure in Weinsteinsäure durch Entwickelung eines Antheils des Sauerstoffs und Aufnahme von mehrerem Brennstoffe Statt finden, und der Uebergang in Zucker, muß durch noch mehrere Verminderung des Sauerstoffs und mehrere Aufnahme des Brennstoffs geschehen. Bey dem Wachsthume und Reifen der Weintrauben nimmt also die kohlensaure Grundlage und das Hydrogen des Saftes mehr Brennstoff auf, und entläßt dagegen etwas Sauerstoff, der mit Wärmestoff verbunden als Lebensluft austritt, und geht solchergestalt in Weinsteinsäure, und durch den fortdauernden Prozeß in Zucker und Schleim über.

Pfund (libra, livre) ist ein zur Bestimmung der Gewichte angenommene Größe, aus deren Eintheilungen und Zusammensetzungen alle übrige Gewichte entstehen. Weil die Größe eines Pfundes an und für sich willkürlich

ist,

ist, so ist sie auch in verschiedenen Ländern verschieden angenommen worden.

Gewöhnlich unterscheidet man das **Kramergewicht**, das **Gold-** und **Silbergewicht** und das **Apothekergewicht** von einander. Was das Kramergewichte betrifft, welches auch das **gemeine bürgerliche Gewicht** heißt, so wird ein Pfund hiervon in 32 Loth, das Loth in 4 Quentchen und das Quentchen in 4 Pfenniggewichte eingetheilet. Diese Pfunde sind aber fast an allen Orten ungleich. Vergleichungen hierüber, so wie überhaupt Nachrichten von den Eintheilungen der Gewichte, findet man in **Herrmanns** und **Gerhardts** allgemeinem Contoristen (M. s. **Fuß**), und von den vornehmsten Handelsplätzen Europens in des **von Clausbergs** demonstrativer Rechenkunst. **Clausberg** setzt das leipziger Pfund genau dem köllnischen gleich.

Das köllnische Markgewicht, welches als Gold- und Silbergewicht gebrauchet wird, nimmt ein Pfund an, das in 2 **Mark**, die Mark in 16 Loth oder 8 Unzen, das Loth in 4 Quentchen, das Quentchen in 4 Pfenniggewichte, das Pfenniggewichte in 2 Heller, und den Heller in 128 Theile, welche **Richtpfennigstheile** genannt werden, getheilet wird, so daß also die Mark 65536 Richtpfennigstheile enthält. Auch wird wohl 1 Loth in 18 Grän eingetheilet, so daß die Mark 288 Grän ausmachen. In Holland, England und Frankreich und an andern Orten hat man das Troygewicht, und es werden auf 1 Pfund Troygewicht 12 Unzen gerechnet, wovon 8 Unzen auf eine Mark Troygewicht gehen. Die Unze wird wieder in 20 Engels, und ein Engel in 32 Aasen oder 24 Grän eingetheilet. Eine Mark Troygewicht hat demnach 5120 Aasen. Es wiegen aber 4446 Troys. Aasen 1 Mark köllnisch, daß folglich 1 Mark Troygewicht 256 Aasen schwerer als 1 Mark köllnisch Gewicht ist. Daraus folgt, daß 19 Mark Troygewicht gleich 20 Mark köllnisch Gewicht sind. In England hält 1 Pfund Troygewicht 12 Unzen, 1 Unze 12 Pfenniggew. oder 480 Grän oder 8720 Richtpfennigstheile nach köllnischem Markgewichte.

Außer diesem Troygewichte ist in England das Avoir du pois Gewicht üblich, nach welchem fast alle Handelswaaren, als Spezereyen, Eßwaaren u. dergl. verkaufet werden. Es ist dieß Gewicht leichter als das Troygewicht, indem eine Unze 437½ Troygran, 1 Unze Troygran aber 480 Grän enthält.

Das deutsche Apotheker- oder **Medicinalgewichte**, das in ganz Deutschland einerley ist, und am häufigsten in den physischen und chimischen Schriften vorkömmt, legt eine Unze zum Grunde, die etwas schwerer als eine Unze vom köllnischen Markgewichte ist. 12 Unzen oder 24 Loth betragen ein Pfund, 1 Unze 8 Quentchen oder Drachmen oder 2 Loth, eine halbe Unze oder 1 Loth 4 Quentchen oder Drachmen, ein Quentchen oder Drachme 3 Skrupel, und ein Skrupel 20 Grän. Es hat also eine Unze 24 Skrupel oder 480 Grän, und 1 Pfund 5760 Grän.

Von der neuen französischen Eintheilung des Gewichtes s. man den Artikel **Mètre**.

M. s. meine ausführlich demonstrative Rechenkunst. B. I. Jena 1796. 8.

Phasen, Lichtgestalten, Lichtabwechselungen (phases, apparitiones planetarum, phases). So nennt man die veränderlichen Gestalten der Planeten und ihrer Monde, welche zu verschiedenen Zeiten von ihrer verschiedenen Beleuchtung der Sonne herrühren. In verschiedenen Stellungen dieser himmlischen Körper gegen die Sonne erscheinen sie uns bald wie eine runde völlig erleuchtete Scheibe, bald oval, bald als eine halbe Scheibe, bald sichelförmig, bald auch als ein dunkeler Fleck. Von den Phasen des Mondes s. m. **Mondphasen**. Bey der Venus und dem Merkur hat man diese Phasen erst mit der Erfindung der Fernröhre entdecket. **Galilei** machte sie in seinem nuncio sidereo bekannt; **Hevel** hat sie nachher sehr genau betrachtet, und Abbildungen von ihnen gegeben. Wenn diese beiden Planeten mit der Sonne in der obern Conjunktion stehen, so kehren sie ihre ganze erleuchtete Seite gegen uns, und wir sehen sie daher, als lichte volle Scheiben. Hier-

auf werden sie des Abends sichtbar, und fangen an, uns etwas von ihrem dunkeln Theile zu zeigen, bis sie in der größten Entfernung von der Sonne als halbe Scheiben erscheinen. Von dieser Zeit an wird ihr erleuchteter Theil immer kleiner, indem sie sich der Sonne wieder nähern, und erscheinen daher sichelförmig, bis sie endlich mit der Sonne in die untere Conjunktion kommen, wo sie dunkel sind, und auch als dunkele Flecken vor der scheinbaren Sonnenscheibe vorübergehen, wenn sie dieser nahe genug kommen. M. s. **Durchgänge.** Hierauf rücken sie gegen die Abendseite der Sonne fort, werden des Morgens sichtbar, wie eine helle Sichel; nach und nach wird ihr erleuchteter Theil immer größer bis zur größten Ausweichung von der Sonne, wo sie zur Hälfte erleuchtet erscheinen. Hiernächst wird ihr erleuchteter Theil immer größer, bis sie endlich wieder mit der obern Conjunktion der Sonne als volle runde Scheiben glänzen. Bey allen diesen Erscheinungen ist der erleuchtete Theil dieser Planeten jederzeit gegen die Sonne, der dunkele Theil aber der Sonne abwärts zugekehret. Man findet die verschiedenen Lichtgestalten dieser beiden Planeten von Monath zu Monath angezeigt in den wiener Ephemeriden und **Bode's** Jahrbuch.

Was die obern Planeten betrifft, deren Bahnen die Erdbahn umschließen, so werden diese jederzeit von der in der Mitte stehenden Sonne gerade von der Seite erleuchtet, von welcher wir sie sehen, daher können sie uns auch nicht sichelförmig erscheinen. Die Erde kann bloß alsdann, wenn sie 90 Grade von der Sonne entfernet sind, einen kleinen Theil von ihrer dunkeln Hälfte wahrnehmen. Auch sieht man wirklich die Scheibe des Mars in diesen Stellungen nicht völlig als rund, beym Saturn, Jupiter und Uranus ist dieß wegen der großen Entfernungen unmöglich zu erkennen.

Die Entdeckung der Phasen an den Planeten hat bewiesen, daß sie, wie unsere Erde, dunkele Körper sind, und ihr Licht von der Sonne erhalten.

Phänomene, Naturbegebenheiten, Erscheinungen (phaenomena, apparentiae, phénomenes) heißen überhaupt alles das, was wir durch unsere Sinne wahrnehmen. Erkennen wir dieß an den Körpern unserer Sinnenwelt, so gehöret es alsdann zu den Gegenständen der Naturlehre, deren Hauptzweck es ist, die Ursachen von allen Phänomenen aufzusuchen und anzugeben. Die Phänomene, welche wir an den Körpern wahrnehmen, sind nichts weiter als Wirkungen der Natur, die entweder wirklich so erfolgen, wie wir sie wahrnehmen, oder welche uns täuschen, indem wir glauben, sie geschehen so, wie es in unsere Sinne fällt. So ist z. B. der Auf- und Untergang der Sonne eine Erscheinung; der Erfolg davon ist dieser, daß wir glauben, die Sonne bewege sich wirklich von Morgen gegen Abend; allein dieß ist bloßer Schein.

Weil alles, was in der Naturlehre abgehandelt wird, aus den Erfahrungen, und den daraus gemachten Folgen abgeleitet werden muß, so sieht man leicht, daß alles auf Phänomene ankömmt. Das erste und vornehmste für den Beobachter und Experimentator wird also dieß seyn, daß er aus den Phänomenen die möglichst allgemeinsten Gesetze herzuleiten suchet, welche die Körper befolgen müssen, wenn sie unter eben denselben Umständen die nämlichen Erscheinungen geben sollen. Es wird sich daher der Physiker einen großen Schatz von natürlichen Kenntnissen gesammelt haben, wenn er im Stande ist, die Phänomene aus andern Erscheinungen nach den Gesetzen zu entwickeln; hierbey muß er alsdann natürlich auf eine letzte Erscheinung kommen, welche die letzte unter allen ist, und deren Ursache nicht mehr in das Gebiete der eigentlichen Naturlehre, sondern in eine höhere Wissenschaft gehöret. Inzwischen gibt es noch eine sehr große Menge von Phänomenen, bey welchen der Naturforscher noch gar nicht im Stande ist, dieselben bis auf die letzte Erscheinung zurückzuführen, woraus sie sich herleiten lassen.

Bey denjenigen Phänomenen, wo man die nächsten Erfolge noch nicht zu bestimmen vermag, nimmt man gemeiniglich des Systems, nicht aber der Erklärung wegen, eine Hypothese an, aus welchen sich sehr wahrscheinlich die Gesetze ableiten lassen, wie z. B. bey der Elektricität, Magnetismus, zwey verschiedene Materien. Der sicherste Weg bleibt aber immer dieser, die Phänomene nach richtigen Erfahrungen, ohne eine Hypothese dazu zu gebrauchen, abzuleiten, weil man sonst immer in Gefahr ist, die Hypothesen selbst als Erklärungen gelten zu lassen.

Bey Erklärungen der Phänomene, wo die Grundursachen derselben gesuchet werden, bleibt der Naturforscher eigentlich nicht mehr in dem Gebiete seiner Wissenschaft. Denn die Grundursachen der Phänomene machen, das nicht Sinnliche, d. i. die Kräfte der Körper aus, die in einer höhern Wissenschaft erörtert werden müssen. Weil aber alles in der Körperwelt Grund und Ursache haben muß, so sieht man leicht, daß der eigentliche Physiker auch diese Wissenschaft nicht ganz zu vernachlässigen habe, zumahl da die allgemeinsten Naturgesetze, welche aus den Phänomenen hergeleitet werden, ganz auf den Kräften beruhen. Das atomistische System will sich zwar hierauf nicht einlassen, aber es setzt wirklich stillschweigend die wahren Ursachen voraus, auf welchen die Naturgesetze beruhen, wie z. B. bey der allgemeinen Anziehung. Nach dem dynamischen Systeme aber lösen sich zuletzt alle Phänomene in anziehende und zurückstoßende Kräfte auf. M. s. **Grundkräfte.**

In der Naturlehre versteht man auch oft, wiewohl uneigentlich, unter den Ursachen die Erscheinungen selbst, welche andere unter andern Umständen bewirken, und in dieser Rücksicht gebrauchet man auch wohl den Ausdruck **Phänomene erklären**, in diesem Verstande, daß man bloß die Reihe von Erscheinungen angeben kann, aus welchen die beobachteten Phänomene abgeleitet werden können. Für die Erklärungen solcher Naturbegebenheiten hat **Newton** folgende Regeln vorgeschrieben:

1. **Man muß keine Ursache als wahr annehmen, welche nicht zur einfachsten und ungezwungensten Erklärung der Naturbegebenheiten nothwendig und hinreichend sind.** Sie sind aber wahr a. wenn es erwiesen werden kann, daß sie wirklich zugegen waren, alle übrige Ursachen aber dabey völlig wegfielen; b. wenn unter veränderten Umständen eben dieselben Ursachen, das nämliche Phänomen hervorbringen; c. wenn nicht allein die Ursachen möglich, sondern offenbar da sind; d. wenn, sobald die Ursachen wegfallen, auch das ganze Phänomen wegfällt. So erkläret man, z. B. die Erscheinung des hohen Quecksilberstandes im Barometer durch den Druck der auf der Fläche des Quecksilbers liegenden Luftsäule, indem sie sogleich wegfällt, wenn die äußere Luft weggenommen wird.

2. **Bey Phänomenen einerley Art müssen auch einerley Ursachen Statt finden.** Z. B. das Athmen bey Menschen und Thieren, die Zurückwerfung des Lichtes von der Erde und von den Planeten. Nur muß hierbey die Vorsicht gebrauchet werden, daß man nicht sogleich den Schluß auf einerley Ursachen mache, wenn bey verschiedenen Phänomenen ähnliche oder übereinstimmende Umstände eintreten, sondern man muß genau das Wesentliche von dem Zufälligen unterscheiden.

3. **Solche Eigenschaften der Körper, welche bey allen angetroffen werden, und gar keine Aenderungen leiden, müssen als allgemeine Eigenschaften betrachtet werden.** Als z. B. Undurchdringlichkeit, Beweglichkeit, Ausdehnung der Materie u. s.

4. **Diejenigen Sätze, welche aus den verschiedenen Phänomenen durch Induktion geschlossen werden, müssen für wahr, oder doch wenigstens beynahe für wahr gehalten werden, bis man auf andere Phänomene kömmt, wodurch sie entweder genauer bestimmt, oder gewissen Ausnahmen unterworfen werden.**

Phlo-

Phlogiston s. Brennstoff.

Phlogistisirte Luft s. Gas, phlogistisirtes.

Phonischer Mittelpunkt s. Mittelpunkt.

Phonokamptischer Mittelpunkt s. Mittelpunkt.

Phoronomie (phoronomia, phoronomie) heißt überhaupt die Lehre von den Bewegungen. Weil bey der Untersuchung der Gesetze der Bewegungen überhaupt ein sehr großer Theil Kenntnisse vorausgesetzet wird, welche nicht in die Grenzen der Elementarmathematik gehören, so wird auch die Phoronomie als ein Theil der höhern Mechanik betrachtet, welcher sich besonders mit den Bewegungen allein, ohne auf die sie hervorbringenden Kräfte Rücksicht zu nehmen, beschäftiget. Auch versteht man wohl unter der Phoronomie überhaupt die ganze Lehre der höhern Mechanik. So hat **Jakob Hermann** [a]), aus Basel, die höhere Mechanik unter diesem Nahmen nach synthetischer Methode abgehandelt.

Phosphorus, Lichtträger (phosphorus, phosphore). Mit diesem Nahmen belegt man überhaupt die im Dunkeln leuchtenden Körper, deren Licht man ehedem zu den seltenern Erscheinungen rechnete. Auch heißt die Eigenschaft der Körper, im Dunkeln zu leuchten, die **Phosphorescenz** oder das **Phosphoresciren.**

Im Jahre 1630 entdeckte **Vincenzo Cascariolo**, ein Schuhmacher in Bologna, am Fuße des benachbarten Berges Paterno einen Stein, welcher im Dunkeln durch seinen eigenen Glanz sichtbar ward, wenn er vorher eine Zeitlang im Lichte gelegen hatte. Mit vorzüglichem Glanze leuchtete dieser Stein, wenn er vorher zu Pulver gestoßen, und mit Wasser, Eyweiß oder Leinöl durchknetet und calciniret ward. Ueber diese merkwürdigen Erscheinungen haben besonders **Fortunio Liceti** [β]) und **Athanasius Kircher** [γ]) geschrieben

a) Phoronomia s. de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum libri II. Amstel. 1716. 4.

β) Litheosphorus s. de lapide Bononiensi in tenebris lucente. Vtini 1640. 4.

γ) In arte magna lucis et umbrae. Romae 1646. fol.

ben. Dieser bononische Stein wurde von dem Grafen **Marsigli**, von **Laurent. Galati**, **Beccari** und nachher von **Zanotti** [a]) genauer untersuchet. Sie fanden, daß dieser Stein sowohl vom Sonnenlichte als von Kerzen leuchtend ward, nicht aber vom Mondenlichte oder vom Lichte eines andern Phosphors. Bey einigen der besten Stücke war es schon hinlänglich, sie 1 bis 2 Sekunden dem Lichte auszusetzen, um 4 Minuten lang zu leuchten; einige leuchteten auch 30 Minuten. Der geringste Grad von Licht, welcher die Steine zum Leuchten bringen konnte, war der, bey welchem sich noch die kleinste Schrift lesen ließ. Uebrigens wurden die Stücke desto besser, je öfter sie gebrauchet wurden. Diese merkwürdigen Erscheinungen gaben die Veranlassung, das Licht als etwas Körperliches zu betrachten, indem man hier Steine zu sehen glaubte, welche das Licht gleichsam in sich zögen, und nachher wieder von sich gäben. Daher erhielten auch diese Steine den Nahmen **Lichtsauger** oder **Lichtmagnete** (corpora lucem bibentia). **Zanotti** glaubte, daß das Leuchten dieses Steines dienen könnte, den Streit, welcher damahls zwischen den Cartesianern und Newtonianern über die Natur des Lichtes geführet wurde, beyzulegen. Aus allen seinen Versuchen aber machte er zuletzt den Schluß, daß sie sich mit beiden Hypothesen gar wohl vereinigen ließen. Uebrigens war er der Meinung, daß der bononische Stein sein eigenes Licht besitze, welches durch das von außen auffallende Licht belebet würde.

Kurz vor dem Jahre 1675 entdeckte ebenfalls zufälliger Weise der damahlige Amtmann zu Großenhayn in Sachsen, **Christoph Adolph Balduin** [β]), daß der Rückstand der Destillation einer Kreideauflösung in Scheidewasser das Licht einsauge, und im Dunkeln leuchte. Dieser **Balduinische Phosphor**, welcher das aus der Kalkerde und Salpeter-

säure

a) Commentar. Institut. Bonon. Vol. VI p. 188 sqq. p. 205 sqq.

β) *Balduini* aurum superius et inferius aurae superioris et inferioris hermeticum et phosphorus hermeticus s. magnes luminaris. Frkf. et Lips. 1675. 12.

säure entstandene Mittelsalz oder der Kalksalpeter ist, leuchtet aber nicht so helle, und nicht so lange, als der bononische Stein, verliert auch an der Luft seine Kraft zu leuchten bald; daher er sich am besten in hermetisch verschlossenen Gefäßen aufbewahren läßt.

Eine ähnliche Eigenschaft entdeckte späterhin **Homberg** [α]) an der Verbindung der Kalkerde mit der Salzsäure oder dem fixen Salmiak, welcher daher der **hombergische Phosphor** genannt wird. Endlich fand **du Fay** [β]) eine Menge von Körpern, welche durchs Calciniren die Eigenschaft, Licht einzusaugen, erhalten. Dahin gehören die Austerschalen, der Gyps, Kalkstein und Marmor, die kalkartigen Versteinerungen und auch der gemeine Topas. Einige sehr harte Körper dieser Art mußte er vorher in Säuren auflösen, ehe sie phosphoresciren wollten. Auch entdeckte er, daß einige Diamanten, ein Smaragd und manche andere Edelsteine diese Eigenschaft, ohne eine vorherige chemische Zubereitung, besaßen. Sie verloren ihre Kraft zu leuchten, wenn sie eine lange Zeit dem freyen Tageslicht ausgesetzt blieben, leuchteten aber mit vorzüglichem Glanze, wenn sie an der Sonne gelegen hatten. Auch beobachtete er, daß einige seinen Glanz nicht verloren, wenn er sie sechs Stunden in schwarzem Wachse eingewickelt gehabt hatte. Fast zu gleicher Zeit mit **du Fay** nahm auch **Jacob Bartholomäus Beccari** das Leuchten der Diamanten gewahr. Dieser ward dadurch veranlasset, mehrere Versuche über phosphorescirende Körper anzustellen [γ]). Er erfand hierzu ein tragbares Kabinet, in welchem man völlig im Dunkeln sich befand, und worin der Körper durch eine gewisse Vorrichtung von der Sonne oder dem Tageslichte erleuchtet, und nachher wieder ins Dunkele versetzet werden konnte, da ihn alsdann das Auge leuchten sah. Auf diese Art fand er, daß fast alle

α) Mém. de l'Acad. des scienc. de Paris 1693. 1711. p. 234.
β) Mém. de l'Acad. des scienc. de Paris 1730.
γ) Comment. de quam plurimis phosphoris, nunc primum detectis; in comment. Bonon. Tom. II. P. II. 136. III. 498. übers. im allgemeinen Magazin Th. VI. 181. Th. VII. 163.

Körper aus dem Pflanzen- und Thierreiche leuchteten, wenn sie nur vollkommen trocken waren. Besonders zeigte das Papier diese Eigenschaft in einem hohen Grade.

Marggraf [α]) vollendete endlich die chymische Untersuchung der erdigen durch Calcination bereiteten Lichtsauger. Er fand, daß der bononische Stein ein Schwerspath sey, und entdeckte bald, daß sich aus allen Schwerspathen Lichtsauger verfertigen ließen, wie auch schon **Leibnitz** [β]) bemerket hat, daß gepulverter und erhitzter Schwerspath leuchte. Dergleichen Leuchtsteine lassen sich aus dem Schwerspathe also bereiten: man läßt den Schwerspath in einem Tiegel roth glühen, reibt ihn alsdann in einem steinernen oder gläsernen Mörser zu einem feinen Pulver, vermengt es mit etwas Traganthstein, und bildet daraus dünne Scheiben und allerhand Figuren, die man trocknet, zwischen Kohlen in einem gut ziehenden Windofen stark glühet, und sie nach verzehrten Kohlen herausnimmt. Beym Befeuchten äußert sich ein hepatischer Geruch; sie leuchten im Dunkeln, wenn man sie vorher eine Zeitlang am Tage lichte liegen läßt. Ihre leuchtende Kraft verlieret sich mit der Zeit, und kommt durch ein neues Glühen wieder. **Marggraf** konnte diesen Phosphor aus allen Substanzen bereiten, welche eine Vitriolsäure mit einer alkalischen Erde enthielten, besonders wenn etwa $\frac{1}{6}$ Thonerde, wie beym bononischen Steine, dabey war.

Cantons [γ]) Phosphor ist sehr leicht auf folgende Art zu bereiten: man brennt einige gemeine Austerschalen in einem starken Kohlenfeuer während einer halben Stunde zu Kalk, wovon der reinste Theil zu Pulver gestoßen und durchgesiebet werden muß. Zu drey Theilen dieses Pulvers nimmt man einen Theil Schwefelblumen, stößt diese Mischung in einen etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll hohen Schmelztiegel fest hinein, bis er fast voll ist, und setzet sie damit ins Feuer, wo sie wenigstens eine Stunde

α) Mém. de l'Acad. des scienc. de Berlin 1749. 1750. übers. in seinen chemischen Schriften Berlin, 1761. 8. Th. II. St. 113 f.

β) Miscellan. Berolinens. Tom I p. 97.

γ) An easy method of making a Phosphorus etc. in Philos. transact. Vol. LVIII. übers. im Hamburg. Magazin. B. XI.

Stunde lang roth glühend erhalten werden muß. Hierauf läßt man sie erkalten, stößt sie aus dem Tiegel heraus, und schabt die glänzendsten Stücke zu einem weißen Pulver, welches sich in einer wohl verstopften Phiale aufbewahren läßt. Dieser Phosphor, welcher aus einer kalkartigen Schwefelleber bestehet, leuchtet, wenn er vorher dem Tageslichte einige Stunden lang ausgesetzet worden, so stark, daß man die Zeit an einer Uhr erkennen kann, wenn das Auge vorher zwey bis drey Minuten geschlossen gewesen ist. Es läßt sich dieser Phosphor durch Hülfe von etwas Eyweiß auf Papier streichen, so daß man dadurch Figuren bilden kann, welche durch das Tageslicht, oder auch durch elektrische Funken leuchtend werden. Durch das Sonnenlicht wird die Kraft dieses Phosphors gar nicht geschwächt, wohl aber durch die Feuchtigkeit, die er gar nicht vertragen kann.

Die Hitze scheinet das Licht, welches diese Phosphoren vorher in sich gezogen hatten, gleichsam auszutreiben. Schon bey den Versuchen des **Beccari** und **Marggrafs** zeigte sich dieß; daher sind diese geneigt zu glauben, daß die Hitze allein die Phosphoren leuchtend mache, welches aber nach **Cantons** genauen Versuchen durch bloße Hitze ohne Licht nicht geschiehet, wofern nicht der Körper schon vorher Licht eingesogen hat.

Auch gehören noch zu den im Dunkeln leuchtenden Körpern der Flußspath, wenn er erwärmet wird, die phosphorescirende Blende, und die frisch bereiteten Zinkblumen. Nach den Versuchen des Grafen **von Razoumowsky** geben auch Quarz und Glas durch den Stoß harter Körper Licht von sich, ja er fand, daß auch mehrere Körper leuchtend werden, wenn man Stücke von einerley Art an einander reibet. Er fand, daß selbst der Quarz unter dem Wasser Licht gab. Auch Herr **Lichtenberg** nahm wahr, daß das Wasser, welchem er mit Milch die Opalfarbe gegeben hatte, leuchtete, wenn er unter demselben ein Paar Cochelonge an einander rieb, oder ein Pistolenfeuerzeug unter dem Wasser abdruckte.

Ein sehr vollständiges Verzeichniß von leuchtenden Körpern hat Herr **Wedgwood** a) mitgetheilet; dieser entdeckte, daß sich eine sehr große Anzahl von Körpern entweder durch Hitze oder durch Reiben phosphorescirend machen ließ. Das beste Mittel, die Körper durch Hitze phosphorescirend zu machen, war dieses, daß die Körper zu einem mäßig feinen Pulver gebracht, und jedes Mahl in kleinen Theilen auf eine dicke eiserne Platte oder auf eine gebrannte Masse von Sand und Thon gestreuet wurden, welche beynahe bis zum sichtbaren Rothglühen erhitzt, und an einem völlig dunkeln Ort gestellet war. Auf solche Art wurden gegen achtzig verschiedene Körper, unter andern die Metalle, und die Niederschläge derselben aus sauren Auflösungen leuchtend. Das stärkste Leuchten gab der Flußspath von Derbyshire, der Marmor aus Derbyshire, der sächsische rothe Feldspath, der Diamant und Rubin. Die Lichtdauer war übrigens verschieden; bey einigen war sie augenblicklich, bey andern einige Minuten. Durchs Anblasen verlosch das Licht sogleich, kam aber auch wieder, wenn dieses Blasen aufhörte. Gewöhnlich war das Licht ungefärbt. Nur derjenige blaue Flußspath, welcher gerieben einen übeln Geruch gibt, zeigte ein helles grünes Licht, das dem der Johanniswürmchen ähnlich ist, und welches sich schnell in ein schönes allmählig verlöschendes Lilla verwandelte.

Wenn ein wenig siedendes Oel am Boden einer gläsernen Flasche im Finstern beweget wurde, so ward die ganze Flasche dadurch erleuchtet. Ein wenig Oel auf die heiße Platte gestrichen, verursachte eine dünne lodernde blaue Flamme. Eben dieß geschahe, wenn Horn, Knochen, Haare, Speichel oder irgend eine thierische Substanz auf die Platte gebracht wurden.

Durchs Reiben wurde das Leuchten der Körper vermittelst der Aneinanderreibung gleichartiger Körper im Dunkeln bewir-

a) Philosoph. transact. for the Year 1792. Vol. LXXXII. P. I. p. 28 sq. P. II. p. 272 sq. Versuche und Bemerkungen über die Erzeugung des Lichtes in verschiedenen Körpern durch Hitze und Reiben, übers. in Grens Journ. der Phys. B. VII. S. 45 u. f.

bewirket. Alle Körper, wenige ausgenommen, leuchteten nach dieser Behandlung. Das Licht war weiß, mehr oder weniger röthlich. Diese Arten des Phosphorescirens fanden nicht allein in atmosphärischer Luft, sondern in allen Luftarten und selbst unterm Wasser Statt.

Ein vorzügliches Mittel, die Phosphorescenz in den meisten Körpern zu entwickeln, ist auch die Elektricität, wenn man nämlich nahe über der Oberfläche der Körper eine Entladung der leidner Flasche veranstaltet. Eine Reihe von Versuchen hierüber hat Herr **Kortum** [α]) in Warschau angestellet.

Was die Ursache dieser so merkwürdigen Erscheinung ist, so wird sie immer noch Zweifeln unterworfen bleiben, so lange wir die Natur des Lichts nicht genau kennen. Nimmt man mit **Newton** das Licht als körperliche Substanz an, so muß man sich vorstellen, daß die Lichtsauger das Licht in sich nehmen, zurück halten, und im Dunkeln wieder von sich geben; betrachtet man hingegen das Licht mit **Euler** als etwas unkörperliches, so muß man sich gedenken, daß die Schwingungen, welche in der Oberfläche erreget sind, im Dunkeln noch eine Zeitlang fortdauern.

Einige, wie **Macquer**, halten das Leuchten der Phosphoren für einen äußerst schwachen Grad der Verbrennung; andere hingegen glauben, daß das Leuchten bloß von dem Brennstoffe herrühre, welcher mit den Phosphoren nicht chemisch verbunden ist, sondern nur mit selbigen adhäriret. So sagt Herr **Gren** [β]), daß das Licht, welches die Körper durch bloße Erhitzung oder Erwärmung ohne eigentliches Verbrennen zeigen, von dem Brennstoffe herrühre, den sie durch die Zersetzung des Lichtes aufgenommen haben, der aber nicht chemisch damit verbunden zu seyn, sondern ihnen nur zu adhäriren scheinet, und daher durch eine höhere Temperatur ihnen wieder entzogen werden kann, indem er sich alsdann wie-

α) Gothaisches Magazin für das Neu. a. d. Phys. u. Naturg. B. IX. St 2. S 1 f.

β) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 823.

der mit dem Wärmestoffe zum Lichte verbindet, und als solches austritt. Doch könne auch chemisch gebundener Brennstoff durch Veränderung der Mischung (wie z. B. beym Zusammenschmelzen des Schwefels mit Kupfer, beym Löschen des Kalkes mit Wasser) und daher entstehender Verminderung der Capacität der Materie zu demselben durch den Wärmestoff als Licht ausgeschieden werden.

Außer den bisher beschriebenen Lichtsaugern hat ein chemisches Produkt fast ausschließend den Nahmen **Phosphor** erhalten, indem selbiger jederzeit verstanden wird, wenn von dem Phosphor schlechthin die Rede ist. Es ist dieß nämlich der so genannte **Harnphosphor, Urinphosphor, kunkelscher** oder **englischer Phosphor** (phosphorus vrinae, anglicanus s. Kunkelii, phosphore d'Angleterre ou de Kounkel). Dieser Phosphor ist in den neuern Zeiten ein vorzüglicher Gegenstand der Aufmerksamkeit geworden. Da die Erscheinungen seiner Verbrennung in der atmosphärischen Luft oder dem Sauerstoffgas dem antiphlogistischen Systeme eine so vorzügliche Stütze gewähren. Denn dadurch wird ganz unwiderleglich dargethan, daß der respirable Theil der Luft mit dem brennenden Körper vereiniget werde. Wenn besonders der Phosphor beym Verbrennen in ganz reiner Luft in hinlänglicher Menge vorhanden ist, so verschwindet alsdann die Luft ganz, wodurch zugleich die ehemahlige Behauptung der Phlogistiker, daß das aus dem brennenden Körper gehende Phlogiston in der Luft bleibe, und sie zum Stickgas mache, völlig widerleget wird.

Diesen Phosphor entdeckte ein gewisser Kaufmann zu Hamburg, Nahmens **Brandt**, zufälliger Weise, indem er sich nämlich einfallen ließ, aus dem Urin Gold zu machen: er machte diese Erfindung im Jahre 1669, nach **Leibnitz** *) um 1677. **Kunkel** gab sich vergeblich Mühe, die Verfertigung des Phosphors von **Brandten** zu erfahren, der sich einem D. **Kraft** für 200 Rthr. durch Ueberredung eidlich verbindlich gemacht hatte, **Kunkeln** nichts davon zu

*) Histor. inventionis Phosphori; in miscell. Berolin. Tom. I. p. 91.

zu entdecken. **Kraft** ging mit dem Phosphor an vielen Orten umher, und ließ ihn sehen. Da **Kunkel** aber wußte, daß **Brandt** den Phosphor aus Urin erhalten hatte, so fing er diesen mit so vieler Anstrengung zu bearbeiten an, daß es ihm endlich glückte, den Phosphor zu bearbeiten; und er erfand ihn daher zum zweyten Mahle [α]). **Leibnitz** hat zwar die Erfindung **Kunkeln** streitig machen wollen; allein die ganze Geschichte, so wie sie **Kunkel** selbst erzählet, mit **Stahls** Zeugniß verglichen, lassen an **Kunkels** Erfindung keinen Zweifel mehr zurück. Einige schreiben auch die Ehre dieser Erfindung dem **Boyle** zu; allein **Stahl** versichert nach **Krafts** eigener Aussage, daß letzterer **Boyle'n** die brandtische Verfahrungsart bekannt gemacht habe, **Boyle** theilte den Prozeß einem Deutschen, Nahmens **Gottfried Hankwitz** mit, welcher den Phosphor in London darnach verfertigte, und ein und außerhalb Landes verkaufen ließ [β]). Obgleich nachher verschiedene Vorschriften zur Bereitung des Phosphors bekannt wurden, so waren diese entweder nicht umständlich gezeiget, oder das Verfahren selbst war zu mühsam, und zu kostbar, daß **Kunkel**, und besonders **Hankwitz** fast allein den Phosphor für die damahligen Naturforscher bereiteten. Selbst die Bereitungsart, welche **Hellot** [γ]) bekannt machen ließ, war zu langweilig und kostspielig, daß sie kaum der Mühe verlohnte.

Endlich zeigte **Marggraf** [δ]) im Jahre 1743 ein gutes Verfahren, nach welchem man in kürzerer Zeit und mit geringern Kosten den Phosphor erhalten könne, zeigte zuerst, welcher Bestandtheil im Urin es sey, der zur Entstehung des Phosphors beytrüge, und worauf es bey Verfertigung

α) Laboratorium chemicum. Hamb. 1716. 8. p. 660. ingl. Stahl exper. CCC. no. 301. p. 393.

β) The aërial noctiluca. Lond. 1680. 8. ingl. Philosoph. transact. n. 135. n. 196. n. 428.

γ) La phosphore de Kunkel et l'analyse de l'urine; in den Mémoir. de Paris 1737.

δ) Miscell. Berolin. Tom. VII. p. 324. und in seinen chymischen Schriften. B. I. S. 57.

des Phosphors eigentlich ankomme, daß nämlich nur die bisher unbekannte Phosphorsäure nöthig sey, welche in Verbindung mit verbrennlichen Körpern destilliret allezeit Phosphor gebe; und kürzte in der Folge die Operation sehr glücklich ab, daß er das natürliche Harnsalz, oder das phosphorsaure Ammoniak dazu vorschlug. Nach diesem letzten Prozesse vermengt man 4 Theile vom wohlgereinigten Harnsalze mit einem Theile zarten und in einem eingeschlossenen Gefäße wohl aus geglüheten Kienruße, wozu man noch 4 Theile zerriebenen weißen Sand setzet. Hierauf destilliret man von diesem Gemische in einer irdenen beschlagenen Retorte zuerst bey mäßigem Feuer den urinösen Geist ab, küttet hierauf eine Vorlage mit Wasser gefüllt an den Retortenhals und gibt stuffenweise Feuer, wodurch der Phosphor übergetrieben wird. Dieser wird durch eine fernere Destillation aus einer gläsernen Retorte gereiniget.

Herr **Giobert** a) hat eine noch weit leichtere Methode angegeben, den Phosphor aus dem Urine zu bereiten. Man löst nämlich Bley in Salpetersäure auf, und tröpfelt diese Auflösung zu frischem oder faulen Urine. Dadurch entstestehet ein häufiger Niederschlag, welcher theils phosphorsaures, theils salzsaures Bley ist. Kömmt kein Niederschlag weiter zum Vorschein, so läßt man alles ruhig stehen, hellt die über dem Bodensatze befindliche Flüssigkeit ab, schüttet den Bodensatz auf ein Filtrum von Leinwand, süßt ihn mit Wasser aus, vermengt ihn etwa mit dem 4ten Theile feinem Kohlenstaube, trocknet ihn in einer Pfanne, und destilliret ihn hierauf aus einer Retorte; anfangs geht etwas urinöser Geist mit empyrevmatischem Oele über, welche beide von dem Harne herrühren: hierauf ändert man mit der Vorlage, kittet eine andere mit Wasser gefüllte vor, und vermehrt die Hitze stark. Der Phosphor erscheinet manchmahl in einer halben Stunde, und es läßt sich leicht binnen 8 Stunden eine Operation enden, die auf 14 Unzen Phos-

a) Annales de chimie Tom. XII. 1792. p. 15 sq. übers. in Grens Journal der Physik. B. VII. S. 451 f.

Phosphor gibt. Wenn der Bleykalk völlig mit Phosphorsäure gesättiget, und das phosphorsaure Bley vollkommen mit Wasser ausgesüßet ist, so geben 100 Theile desselben 14 bis 18 Theile Phosphor. Der Bleykalk findet sich reducirt auf dem Boden der Retorte.

In den neuern Zeiten hat man entdecket, daß auch der Phosphor aus den Knochen gewonnen werden kann. Nach dem neuern Systeme wird der Phosphor als eine einfache Substanz betrachtet, welcher sich in allen thierischen Substanzen und in einigen Pflanzen findet. Er wird so bereitet: man calciniret Knochen erwachsener Thiere so lange, bis sie weiß sind, alsdann zerstößt man sie und siebt sie durch ein feines Sieb. Auf dieses Pulver gießt man hiernächst mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, doch nicht so viel, als nöthig ist, die Knochen ganz aufzulösen. Der Schwefel verbindet sich mit der Knochenerde, und macht mit derselben eine geschwefelte Kalkerde oder die so genannte Schwefelleber. Der Sauerstoff verbindet sich mit den Phosphor der Knochen, und es entstehet Phosphorsäure, welche sich mit dem Wasser vermischt. Nunmehr gießt man das Flüssige ab, und läßt dasselbe über dem Feuer abrauchen, um die geschwefelte Kalkerde abzusondern. Man erhält die Phosphorsäure in Gestalt eines weißen und durchsichtigen Glases, welches zerstoßen, und welchem der dritte Theil seines Gewichtes Kohlenstaub zugesetzet wird. Der Kohlenstoff raubt der Phosphorsäure den Sauerstoff, und es entsteht bey der Destillation kohlengesäuertes Gas und Phosphor.

An der atmosphärischen Luft entwickelt der Phosphor auf seiner ganzen Oberfläche einen weißen Rauch, und zwar um desto stärker, je wärmer die Luft ist. Dieser Rauch hat einen starken Knoblauchsgeruch, und leuchtet im Finstern. Wenn man mit einem Stück Phosphor auf Papier oder Holz schreibet, so erscheinet die Schrift an einem dunkeln Orte hell leuchtend, und verschwindet bald darauf ganz. Während dieses Leuchtens zerfließt der Phosphor allmählig zu einer sauren Flüssigkeit. Wenn diese Flüssigkeit ihn bedeckt,

deckt, so hört er auch zu leuchten und zu zerfließen auf, und es ist daher nöthig, daß seine Oberfläche beständig mit der Luft in Berührung sey, wenn er ganz zu der sauren Flüssigkeit zerfließen soll. Dieß Zerfließen und Leuchten des Phosphors wird gemeiniglich als ein schwaches Verbrennen desselben erkläret. Dabey wird die atmosphärische Luft verschlimmert, und das Produkt, welches sich aus dem Phosphor bildet, ist eine Säure. Herr **Gren** nennt sie **phosphorige Säure** (acidum phosphorosum, acide phosphoreux), die sonst auch **unvollkommene Phosphorsäure** genannt wird. Nach dem antiphlogistischen Systeme unterscheidet sich diese Säure von der vollkommenen Phosphorsäure bloß durch ein geringeres Verhältniß des Sauerstoffs darin zum Phosphor. Nach den Versuchen des Herrn **Göttlings** hingegen leuchtet der Phosphor in ganz reiner Lebensluft gar nicht, sondern er thut es nur alsdann, wenn Stickluft darin enthalten ist; ja das Leuchten wird desto stärker, je mehr Stickluft die atmosphärische Luft enthält, und in ganz reiner Stickluft leuchtet er am stärksten. Wenn sich ferner der Phosphor in ganz reiner Lebensluft befindet, so verwandelt sich diese nach und nach bey einer Temperatur von etwa 13 bis 14 Grad Reaum. in Stickluft, und dann fängt erst das Leuchten des Phosphors an. Daraus erhellet also, daß nothwendig ein Theil Phosphor von der reinen Lebensluft ohne Lichtentwickelung aufgelöset werden müsse, welche Auflösung Stickluft wird, in welcher nun erst das Leuchten vor sich gehet. Da weiter beym Verbrennen des Phosphors in ganz reiner Lebensluft diese völlig verzehret werden kann, so folget, daß die Prozesse des Verbrennens und Leuchtens wesentlich von einander verschieden sind (M. s. **Gas, phlogistisches**. Th. II. S. 662.), und daß bey der Stickstoffluft sowohl, als auch bey der Sauerstoffluft die Grundlage ein und dieselbe sey.

Wird der Phosphor durch freye Wärme oder durch Reiben bey der Berührung der respirabeln Luft stark erhitzt, so entzündet er sich von selbst mit vieler Heftigkeit, und verbrennt

brennt mit Knistern, mit einer starken, sehr lebhaften weißlichen, mit gelb und grün vermischten Flamme, und einem häufigen weißen Ruße, welcher im Dunkeln leuchtend ist und einen knoblauchartigen Geruch besitzet, und welcher eine wahre Phosphorsäure ist. Der entzündete Phosphor läßt sich nicht durch Reiben auslöschen auch nicht austreten; das beste Mittel ist, ihn unter Wasser zu bringen.

Die leichte Entzündung des Phosphors hat man zur Verfertigung der so genannten **turiner Kerzen** und des **tragbaren Feuers** benutzet. Die ersten, eine Erfindung des Herrn **Peibla** zu Turin, sind dünne polirte Wachskerzen in eine am Ende zugeblasene Glasröhre eingesteckt, in welche man zuvor etwas Phosphor mit wenigen Körnchen Schwefel gethan, uud mit dem Dochte der Kerze an der Lampe verschmolzen hat, bis der Phosphor nicht mehr leuchtet. Beym Gebrauche entzünden sich die herausgezogenen Kerzen von selbst. Bey Verfertigung solcher Kerzen kann man wegen sonst zu befürchtender Unglücksfälle diejenigen Vorsichtsregeln anwenden, die D. **Ingenhouß** [a]) vorschreibet. Das tragbare Feuer ist eine Fläschgen mit einer engen Mündung zur Hälfte mit Phosphor angefüllt; das Gas wird leicht bedeckt aber offen an einen warmen Ort gestellet, damit der Phosphor oben auf eine anfangende Zersetzung erleide, und braun werde; dann stopft man das Glas zu. Wenn man nun mit dem Schwefelhölzgen in die Masse des Phosphors drückt, so daß etwas davon daran hängen bleibt, und dieß dann herauszieht und an die Luft bringt, so zieht es Feuchtigkeit an, erhitzt sich damit bis zur Entzündung des Phosphors, und das Schwefelhölzgen wird in Brand gesetzet.

Im Wasser löset sich zwar der Phosphor nicht auf, allein er zersetzet sich doch einiger Maßen darin; er verlieret seine Durchsichtigkeit, wird gelb und mit einer staubigen Rinde bedeckt. Das Wasser wird säuerlich, zumahl wenn es dem Zugange der freyen Luft oft ausgesetzet wird, und gibt

a) Vermischte Schriften durch Molitor. Wien 1784. B. I. S. 228.

gibt einen im Dunkeln leuchtenden Dampf, wenn man es bewegt. Es scheinet, daß das Wasser hierbey eine Zersetzung erleide, und daß ein Theil Phosphor mit dem Sauerstoffe des Wassers zur Säure werde; ein anderer Theil desselben aber mit dem Wasserstoffe sich verbinde. In den Oelen löset sich der Phosphor leicht auf, und ertheilet selbigen das Vermögen, im Dunkeln zu leuchten, ohne sich damit zu entzünden. Besonders stark leuchtet seine Auflösung im Nelkenöl.

Die mineralischen Säuren zersetzen den Phosphor mit verschiedener Kraft. Durch schwache Salpetersäure läßt sich der Phosphor nach **Lavoisier** [α]) ohne Gefahr ganz zersetzen, und in sehr reine Säure mit starker Vermehrung des Gewichtes verwandeln. Hierbey entzieht nämlich der Phosphor der Salpetersäure einen Antheil des Sauerstoffs, und wird dadurch zur Phosphorsäure, die Salpetersäure wird zum Salpetergas.

Mit den ätzenden Laugensalzen verbindet sich der Phosphor in der Hitze unter starkem Schäumen, und es treten Blasen eines Gas hervor, die einen überaus unangenehmen Geruch und diese besondere Eigenschaft haben, daß sie sich von selbst entzünden, so wie sie die atmosphärische Luft berühren, und die sich mit dem pneumatischen Apparate als Phosphorgas auffangen lassen. M. s. **Gas, phosphorisches.**

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** S. 265 u. f. S. 422. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. II. Halle 1794. 8. §. 1467 f.

Phosphorsäure, Kohlensäure (acidum phosphoricum, phosphori, acide phosphorique) ist eine eigene, von allen übrigen wesentlich verschiedene Säure, welche **Marggraf** zuerst im Urinphosphor entdeckte, welche aber auch nachher von **Gahn** [β]) aus den thierischen Knochen berei-

α) Mémoir. de Paris 1780. und in Crells chemischen Annalen 1787. B. I. S. 258.
β) Medic. Comment. einer Gesellsch. Aerzte in Edinburg Th. III. St. 1. Altenb. 1776. S. 97.

bereitet, und seitdem auch im Pflanzen- und Mineralreiche gefunden worden. **Scheele, de Morveau** [α]), **Dollfuß** [β]) lehrten sie aus Knochen, und **Nicolas** [γ]) aus schwarz gebrannten Knochen bereiten.

Man erhält die Phosphorsäure am reinsten und besten, wenn man den Phosphor unter gläsernen Glocken abbrennen läßt, deren innere Seite mit reinem Wasser angefeuchtet worden ist. Wenn die Glocke über Quecksilber steht, so erhält man die Phosphorsäure in fester Gestalt als kleine Flecken. Diese feste Säure hat einen sauren und scharfen Geschmack, zieht die Feuchtigkeit aus der Luft stark an, und verwandelt sich in eine schwere Flüssigkeit, in die flüssige Phosphorsäure.

Ihr saurer Geschmack ist sehr stark, wenn sie trocken ist, nicht unangenehm, wenn man sie mit Wasser verdünnet hat, dem der Schwefelsäure ähnlich. Sie besitzet eine große Feuerbeständigkeit, und fließt in der Hitze zu einer Art von Glas, dessen eigenthümliches Gewicht nach **Bergmann** 2,687 ist. Sie kann selbst das stärkste Glühefeuer vertragen, ohne verflüchtiget zu werden. An der Luft zieht sie sehr bald die Feuchtigkeit wieder an, und zerfließt; man muß sie daher in einem wohl verstopften Glase vor dem Zugange der Luft bewahren. Mit Wasser erhitzt sich die trockene Säure bey der Auflösung.

Diese Säure verbindet sich mit den Alkalien und Erden zu eigenen Neutral- und Mittelsalzen; mit dem Ammoniak insbesondere gibt sie das **phosphorsaure Ammoniak**, den **Phosphorsalmiak** (ammoniacum phosphoricum, alkali volatile phosphoratum, phosphas ammoniaci, phosphate d'ammoniaque), welches Neutralsalz sich auch natürlich im Urin findet, und einen Bestandtheil des so genannten **Harnsalzes** oder **mikrokosmischen Salzes** (sal vrinae, sal microcosmicum) ausmacht, das auch wegen seiner

α) Anfangsgründe der theoret. und praktisch. Chemie. Th. III. S. 82.
β) Pharmacevtisch-chemische Erfahrungen. Leipz. 1787. 8. S. 60 f.
γ) Journal de physique Tom. XII. 1778. Vol. II. S. 449 f.

seiner Schmelzbarkeit im Feuer, **schmelzbares Harnsalz** (sal fusibile vrinae) genannt ist.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. II. §. 1421. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Cap. 8.

Photometer (photometrum, photométre). Eine eigene Vorrichtung, um damit die Intensitäten des Lichtes leuchtender Gegenstände zu messen.

Herr **Bouguer** bediente sich unter dem Nahmen eines Photometers folgender Einrichtung, zwey Röhren (fig. 143.) ab und cd sind inwendig ganz schwarz gemacht, in deren jede bey a und c eine Glaslinse so befestiget ist, daß sie selbige gleichsam wie ein Deckel verschließt, am andern Ende bey b und d ist jede mit einem Deckel verschlossen, worin sich ein kreisrundes Loch von 3 bis 4 Linien im Durchmesser befindet, das mit einem Stückchen von feinem weißen Papier oder matt geschliffenem Glase bedeckt ist. Jede von beiden Röhren kann man alsdann gegen ein eigenes leuchtendes Objekt richten, damit das deutliche Blid davon auf das weiße Papier oder das matte Glas bey b und d falle. Am besten wird also eine jede von beiden Röhren aus zwey in einander geschobenen Stücken zusammengesetzet, damit man sie verlängern und verkürzen kann, um jedes Mahl ein Paar deutliche Bilder zu haben. Durch Bedeckung eines Theiles der Oeffnung des einen dem Objekt zugekehrten Glases kann man es ferner dahin bringen, daß beide Bilder gleich helle erscheinen. Setzt man alsdann die Entfernung des Bildes von dem ersten Glase $= \beta$, die des andern Glases $= \alpha$, die halbe Breite des ersten Glases $= \gamma$, und die andere $= \delta$, und den Glanz beider Objekte S, s, so findet man auf solche Art das Verhältniß des Glanzes beider Objekte $S:s = \frac{\gamma^2}{\beta^2} : \frac{\delta^2}{\alpha^2}$. Die Linsen, welche die beiden Röhren enthalten, wählt man so viel möglich so, daß sie einander gleich und ähnlich sind, welche folglich gleiche Brennweiten besitzen.

Bey

Bey weit entlegenen Objekten ist beynahe $\beta^2 = \alpha^2$, und daher $S : s = \gamma^2 : \delta^2$.

Dieser Lichtmesser wird noch einfacher, wenn man beide Röhren (fig. 144.) bey fg vermittelst eines Gewindes zusammensetzet, damit man jede davon gegen ein beliebiges Objekt richten kann; nur eine dieser Röhren ac wird so eingerichtet, daß man sie nach Gefallen länger als die andere machen kann. Bey c und d sind die runden mit weißem Papier oder mattem Glase bedeckten Löcher: die Glaslinsen bleiben weg, und statt derselben sind in der Mitte der Deckel bey a und b kreisförmige Oeffnungen von gleicher Größe, etwa von einem Zoll im Durchmesser. Man richte die Röhre db gerade gegen dasjenige Objekt, welches den schwächsten Glanz hat, und ca gegen dasjenige, welches am stärksten glänzt. Wenn alsdann, wie hier angenommen werden muß, beide Objekte eine so große scheinbare Ausdehnung haben, daß das Auge aus den Stellen c und d keines von beiden durch die Oeffnungen a und b übersehen könnte, so wird c stärker als d erleuchtet seyn, wenn beide Röhren gleich lang sind. Um also die Erleuchtung in c zu vermindern, verlängere man die Röhre ca, bis c, und d wird gleich helle werden; alsdann ist das **Verhältniß des Glanzes beider Objekte einerley mit dem Verhältnisse der Quadrate der Längen beider Röhren.**

Weil aber diese Vorrichtung keine völlig genauen Resultate gewähret, so hat sich in den neuesten Zeiten der Herr **Benjamin Thompson, Grafen von Rumford** veranlaßt gefunden, eine genauere Einrichtung anzugeben, welche ganz eigentlich den Nahmen eines **Photometers** verdient *). In einem hölzernen Gehäuse (fig. 145.) abcd, das $7\frac{1}{4}$ Zoll breit, $10\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten hoch

*) Beschreibung einer neuen Methode, die comparativen Intensitäten des Lichtes leuchtender Körper zu messen, vom Hrn. Generallieutenant Benjamin Thompson, Grafen von Rumpford; in Grens neuem Journale der Physik. B. II. S. 15 u. f.

hoch ist, ist die innere Fläche allenthalben schwarz angestrichen, außer auf der hintern Wand. An dieser hinter Wand befindet sich in einer Falze eine geschliffene Glasscheibe, auf welcher weißes Papier aufgeklebet ist, welches der Graf das Feld nennet. Die Glasscheibe ist $5\frac{1}{2}$ Zoll breit, und eben so hoch wie das Gehäuse; das Feld des Instrumentes aber behält seine gehörige Breite durch einen Schirm von schwarzer Pappe, welcher vor die vordere Fläche des überzogenen Glases unmittelbar gestellet wird, und worein ein kreisförmiges Loch g von $1\frac{6}{10}$ Zoll im Durchmesser geschnitten ist. Uebrigens muß dieser Schirm weit genug seyn, um die ganze Fläche der Hinterwand des Gehäuses zu bedecken, und kann an seinem Standorte durch Falze in den Seitenwänden des Gehäuses fest gehalten werden, worin man ihn hinabschiebt. Der Boden des Gehäuses steht vermittelst einer Nuß auf einem Stativ; oben ist es mit einem in Angeln beweglichen Deckel verschlossen, damit es leicht geöffnet werden kann, um im nöthigen Falle die darin enthaltene Geräthschaft zu ändern. Die Vorderseite dieses Gehäuses ist auch verschlossen, an welchen aber zwey horizontale Röhren d h i k und l m n e befestiget sind, deren Axen unter einem Winkel von 60° so stehen, daß diese verlängerten Axen sich in dem Mittelpunkte x des Feldes schneiden. Zwischen diesen beiden Röhren ist in der Mitte der Vorderwand des Gehäuses eine Oeffnung angebracht, durch welche man nach dem Felde siehet. Vor dem Felde $2\frac{3}{10}$ Zoll davon stehen auf dem Boden des Gehäuses zwey Cylinder p und q senkrecht in paralleler Lage mit der Hinterwand des Gehäuses, welche von ihrem Mittelpunkte der Grundfläche aus 3 Zoll von einander abstehen. Wenn die bey dem Versuche gebrauchten Lichter gehörig gestellt sind, so werfen diese beiden Cylinder vier Schatten auf das weiße Papier des Feldes; zwey davon sind genau in der Mitte dieses Feldes in Berührung, und auf diese allein muß Rücksicht genommen werden. Die beiden übrigen Schatten kann man leicht dadurch verschwinden machen, daß man das Feld schmal macht, da alsdann die Schatten auf die geschwärzte

schwärzte Fläche fallen, wo sie unsichtbar sind. Hat jeder Cylinder $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmesser und $\frac{2}{10}$ Zoll in der Höhe, so ist die Breite des Gesichtsfeldes von $2\frac{7}{10}$ Zoll hinreichend; überdieß muß die Höhe des Gesichtsfeldes nicht über $\frac{3}{10}$ Zoll mehr als die Höhe des Cylinders betragen, weil sonst das Licht wegen der zu starken Blendung nachtheilig seyn würde. Um nun die Lichter leicht und genau stellen zu können, ist durch die Mitte des Feldes von oben nach dem Boden zu eine feine schwarze Linie gezogen, und eine andere horizontale, welche jene unter einem rechten Winkel schneidet, in der Höhe der erweiterten obern Grundflächen der Cylinder. Berühren alsdann die obern Grenzen der Schatten die horizontale Linie, so stehen die Lichter in der gehörigen Höhe, und wenn sich ferner die beiden Schatten einander in der Mitte des Feldes berühren, so stehen die Lichter in der gehörigen Richtung.

Die beiden Cylinder sind um ihre Axe beweglich, und jeder ist noch mit einem Flügel r und ſ von $\frac{1}{2}\frac{1}{0}$ Zoll Breite und $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke, und von gleicher Höhe, als die Cylinder sind, versehen, und daran genau befestiget, um dadurch die Schatten in jedem Falle auf einerley Durchmesser zu bringen, weil sich alsdann leichter beurtheilen läßt, ob die Schatten von gleicher Dichtigkeit sind. Gewöhnlich steht dieser Flügel in der Mitte des Schattens des Cylinders, in welcher Lage er ganz unwirksam ist; ist es aber nöthig, den einen Durchmesser des Schattens zu vergrößern, so wird der dazu gehörige Cylinder so lange um seine Axe gedrehet, bis der Flügel aus der Axe des Schattens tritt, und dadurch den Schatten zur nöthigen Breite bringt. Hierbey muß immer der Cylinder auswärts gedrehet werden, oder so daß die Zunahme der Breite des Schattens an der äußern Seite desselben Statt findet, nicht an der innern, wo beide Schatten an einander grenzen. Durch Hülfe dieser Flügel können die Größen der Schatten so zunehmen, daß sie das ganze Feld bedecken. Uebrigens müssen diese Cylinder beständig genau perpendikular auf dem Bo-

den des Gehäuses stehen, und mit einer ganz schwarzen Farbe überzogen seyn.

Um die Lichter mit größerer Genauigkeit und Leichtigkeit dem Photometer nähern oder mehr davon entfernen zu können, sind mit dem Gestelle, welches das Photometer trägt, zwey lange und schmale, aber starke und feste Tische A und B fest verbunden, in deren Mitte ein gerader Falz läuft, worin ein beweglicher Schieber C, auf welchen das Licht gestellt wird, durch Hülfe einer Schnur gezogen wird. Diese Schnur ist hinten und vorne an dem Schieber befestiget, geht an jedem Ende des Tisches über Rollen, und unten um einen Cylinder, welcher mit einer Kurbel versehen ist, und dem Ende des Tisches beym Photometer so nahe stehet, daß ihn der Beobachter drehen kann, ohne das Auge vom Gesichtsfelde abzuwenden. Diese Einrichtung gewähret folgende Vortheile: 1) kann der Beobachter die Lichter bewegen, wie er es für nöthig findet, ohne dazu einen Gehülfen zu gebrauchen, und ohne selbst das Auge von dem Schatten abzuwenden; 2) ist jedes Licht stets genau in der Richtungslinie, in welcher es seyn muß, damit die Schatten in der Vertikalebene des Photometers in Berührung kommen; und 3) kann die Bewegung der Lichter allgemach und sanft geschehen, ohne auf sie selbst Einfluß zu haben, oder ihren Glanz zu vermehren und zu vermindern.

Diese Tische, welche 10 Zoll breit und 35 Zoll hoch sind, und von den der eine 12 Fuß und der andere 20 Fuß lang ist, werden unter einem Winkel von 60 Grad gegen einander, und so gegen das Photometer gestellt, daß Linien längst ihrer Mitte gezogen und gehörig verlängert genau in einem Punkte in der Mitte der Vertikalebene oder des Feldes des Photometers zusammenstoßen; von diesem Punkte an werden die Entfernungen der Lichter gemessen. Die Seitenwände der Tische sind in Zolle getheilet, und ein Vernier, welcher Zehntelzolle zeigt, ist an jedem Schieber, von welchem die Lichter getragen werden, angebracht.

Auf den Schiebern lassen sich die Lichter höher und niedriger stellen, um sie beständig in einerley Horizontalebene mit

den

den obern Grundflächen der Cylinder des Photometers zu haben. Damit die Bewegung dieser Schieber auf dem Tische so sanft als möglich sey, gleiten sie auf parallelen Messingdrähten, die 9 Zoll von einander stehen, $\frac{1}{10}$ Zoll etwa im Durchmesser haben, wohl polirt, und auf dem Tische von einem Ende zum andern befestiget sind.

Um mit diesem Photometer die relativen Intensitäten des Lichtes leuchtender Körper gehörig zu messen, hat der Graf bey der Anwendung desselben aus der Erfahrung gefunden, daß man dabey folgende Vorsichtsregeln in Acht zu nehmen habe: 1) wenn das schwächere Licht von zwey Lampen, deren Intensitäten verglichen werden sollen, fast so stark ist, als das einer gemeinen Wachskerze, so ist es am vortheilhaftesten, dasselbe 30 bis 36 Zoll vom Mittelpunkte des Feldes entfernt zu stellen, und so verhältnißmäßig näher oder ferner, je nachdem es schwächer oder stärker ist. Denn sind die Lichter zu nahe, so sind die Schatten nicht gut begrenzt, und wenn jene zu fern sind, so sind diese zu schwach; 2) ist es zur Erleichterung der Rechnung vortheilhaft, ein Licht von einem gewissen Grade der Stärke als ein Maß anzunehmen, womit alle andere verglichen werden können. Hierzu hat der Graf eine argandische Lampe gewählet, welche eine beträchtliche Zeitlang das Licht weit gleichförmiger ausströmt, als irgend eine andere Lampe, und noch mehr als irgend eine Kerze. Diese stellt er auf das bewegliche Gestell des Photometers vom Mittelpunkte des Feldes auf 100 Zoll ab, nimmt alsdann ein cylindrisches Wachslicht von bekanntem Gewicht und Stärke, welches angezündet, geputzt, und dahin gebracht ist, daß es mit dem größtmöglichen Grade von Helligkeit brennt, stellt es jener in einer gewissen gegebenen Entfernung (33 Zoll) gegen über, und zieht hiernächst das Draht der Lampe mehr hinein oder heraus, je nachdem es nöthig ist, bis die correspondirenden Schatten der Lampe und der Kerze genau von einerley Dichtigkeit sind. Alsdann wird die Wachskerze zum fernern Gebrauche aufgehoben. Diese bei-

 den

den Lichter, nämlich die argandische Lampe und Wachskerze, nennt der Graf **Probelichter** (standard).

Mit diesem Apparate hat der Graf verschiedene Versuche über die Schwächung des Lichtes beym Durchgange durch die Luft, durch Glas, und bey seiner Reflexion von einem gläsernen Planspiegel angestellt. M. s. **Licht**.

Photometrie (photometria, photométrie) heißt diejenige Wissenschaft, welche sich mit der Ausmessung der Stärke des Lichtes beschäftiget. **Lambert** war der erste, welcher diese Lehre mit glücklichem Erfolge bearbeitete, und seit dieser Zeit ist sie als ein Theil der optischen Wissenschaften betrachtet worden.

Bouguer führet an, daß schon **Huygens** einen Versuch gemacht habe, das Licht der Sonne mit dem des Sirius zu vergleichen. M. s. **Fixsterne**. Auch ein pariser Capuziner, **Franziscus Maria**, gab im Jahre 1700 eine kleine Schrift, nouvelles decouvertes sur la lumière, heraus, worin er glaubte, daß das Licht, welches durch mehrere Gläser gehet, in arithmetischer Progression abnehme, und suchte diesem gemäß die Stärke des Lichtes durch die Anzahl der Gläser, die es ganz unmerklich machten, zu bestimmen. **Celsius** zu Stockholm gab den Vorschlag, die Stärke des Lichtes zu messen: man solle durch Hülfe der Erleuchtung, welche nöthig ist, um Objekte in verschiedenen Entfernungen deutlich zu sehen, auf die Stärke des Lichtes schließen. Allein alle diese Methoden hatten noch viel zu viel Unbestimmtes, um die Stärke des Lichtes dadurch genau zu erhalten.

Der erste, welcher hierin mehr, als alle vorhergehende Naturkündiger, leistete, war **Bouguer**, welcher hierzu durch einen Aufsatz von **Mairan** *), in welchem das Verhältniß des Sonnenlichtes zur Zeit des Sonnenstillstandes als bekannt war angenommen worden, veranlasset wurde. Diese seine Untersuchungen öffneten ihm ein ganz neues Feld optischer Kenntnisse. Seine erste Arbeit erschien im Jahre 1729 unter dem Titel, essai d'optique, welche gleichsam nur eine Vor-

*) Mémoir. de Paris. 1721.

Vorbereitung zu einem größern Werke war, an welchem er unter vielen andern Beschäftigungen bis zu seinem 1758 erfolgten Tode gearbeitet hat. Die Herausgabe dieses Werkes wurde von seinem Freunde, **de la Caille**, besorget [α]). Es ist auch zu Wien 1762 ins Lateinische übersetzet worden.

Zu gleicher Zeit erschien auch über den nämlichen Gegenstand in Deutschland das schöne Werk von **Lambert** [β]), welches in Rücksicht systematischer Gründlichkeit und Vollständigkeit, an tieferer mathematischer Berechnung, und sogar an Erfindung und Benutzung der dienlichen Versuche dem französischen vorzuziehen ist. In dem ersten Theile setzet **Lambert** die ersten Gründe und Begriffe dieser Wissenschaft fest. M. s. **Licht.** In dem 2ten Theile redet er von den Veränderungen, welche das Licht beym Durchgange durch durchsichtige Körper, besonders durch Glas, leidet. Der dritte Theil enthält die Berechnung des von undurchsichtigen Körpern, besonders von Spiegeln, zurückgeworfenen Lichtes, und der fünfte von der Zerstreuung des Lichtes durch die Atmosphäre. Alle diese Untersuchungen sind ganz neu. Der vierte und sechste Theil betreffen die Lehren von der gesehenen Helligkeit, besonders durch Fernröhre und die Erleuchtung unsers Sonnensystems, von welchen bereits manche schöne Untersuchungen waren angestellet worden. Der letzte Theil endlich enthält Rechnungen und Versuche über die Stärke des gefärbten Lichtes und des Schattens.

Auszüge aus **Bouguer's** und **Lamberts** Schriften findet man in **Priestley's** vom Herrn **Klügel** übersetzten und vermehrten Geschichte der Optik. Aus den beiden Schriften der Herrn **Bouguer** und **Lambert** hat Herr **Karsten** die ganze Photometrie im 8ten Bande seines Lehrbegriffs der gesammten Mathematik ausgeführet.

Physik, Naturlehre, Naturkunde, Naturwissenschaft (physica, physice, philosophia naturalis, phy-

α) Traité d'optique sur le gradation de la lumière de Mſ. Bouguer Paris 1760. 4.

β) Photometria ſ. de menſura et gradibus luminis, coloris et umbrae. Auguſt. Vindelic. 1760. 8.

physique). Im allgemeinsten Verstande begreift man unter diesen Nahmen die Wissenschaft von den Eigenschaften aller erschaffenen Dinge. In dieser Bedeutung begreift also die Naturlehre nicht allein Gegenstände äußerer Sinne, sondern auch denkende Wesen. In diesem weitläuftigen Verstande würde der Umfang dieser Wissenschaft so groß seyn, daß kaum ein Menschenalter hinreichend wäre, nur den nöthigen Unterricht darin zu erhalten. Dieserwegen ist es nothwendig geworden, sie in verschiedene nicht unbeträchtliche Theile abzutheilen, und unter dem Nahmen der eigentlichen Physik oder Naturlehre nur diejenige Wissenschaft zu verstehen, welche sich mit den Eigenschaften der Dinge äußerer Sinne beschäftiget. Selbst in dieser Bedeutung ist sie zum gewöhnlichen Unterrichte auf Akademien noch zu weitläuftig, und muß daher in einem noch etwas engern Verstande genommen werden.

Bey der Classifikation der verschiedenen Theile der Naturwissenschaft findet aber sehr viel Willkürliches Statt; daher kommt es, daß verschiedene Naturlehrer dieselben auch sehr verschieden bestimmen. Meines Erachtens ließe sich die Classifikation so machen. Weil unsere Kenntniß von Dingen entweder **historisch** oder **rational** ist, so ließe sich auch die Naturlehre in die **historische** und **rationale Naturlehre** abtheilen. Es müßte daher die historische Naturlehre eine systematische Aufzählung der Naturdinge enthalten. Diese Naturdinge können aber solche seyn, welche sind, oder welche gewesen sind; mithin würde sich die historische Naturlehre wieder in zwey andere Theile zerlegen, deren erste die **Naturbeschreibung** im weitläuftigsten Sinne, und der andere die **Geschichte der Natur** heißen könnte. Die Naturbeschreibung beschäftiget sich demnach mit der bloßen Aufzählung, Benennung und Eigenschaften nicht allein derjenigen Körper, welche in die so genannten drey Reiche der Natur gehören, sondern auch der einfachen Stoffe oder Bestandtheile nach ihrer Aehnlichkeit und Verschiedenheit, und der Gestirne; daher theilet sich wiederum die Naturbeschreibung in die

die **Naturgeschichte**, **Chemie** und **Astrognosie** ab. Was endlich die **rationale Naturlehre** betrifft, so würde sich diese mit Aufsuchung der Ursachen der Veränderungen der natürlichen Dinge, welche in den Eigenschaften derselben gegründet sind, beschäftigen. Und eben die rationale Naturlehre ist es, welche nach Uebereinstimmung aller Physiker die gewöhnliche Physik ausmacht. Nur über die Grenzlinie dieser Wissenschaft sind die Naturforscher nicht einig, indem die ganze Naturbeschreibung so schwesterlich damit verknüpfet ist, daß es seine Schwierigkeiten hat, bestimmte Grenzen anzugeben. Die Erfahrung lehret uns hinlänglich, daß die Körper unserer Sinnenwelt mit Kräften begabet, und eben dadurch in einem steten Zusammenhange sind. Bey genauerer Untersuchung findet man eine beständige Veränderung vom aufgehobenen Gleichgewichte und von wieder hergestellter Ruhe. Daher entstehen Bewegungen, Veränderungen des Ortes und der Lage der Körper gegen einander, wodurch vorzüglich die merkwürdigsten Naturbegebenheiten erfolgen. Hieraus sieht man, daß es für die Naturlehre ein Hauptgeschäft ist, die Größen der Kräfte, der Bewegungen und der daher rührenden Wirkungen zu ermessen und mit einander zu vergleichen. Daß dieß aber ein Gegenstand der Mathematik sey, weiß ein jeder. Es ist daher dem Naturforscher die Mathematik unentbehrlich. Dieß erkannten schon diejenigen, welche die ersten physikalischen Lehrbücher zu entwerfen anfingen, und brachten daher einen großen Theil der angewandten Mathematik in ihre Lehrbücher. Erst in den neuern Zeiten verfiel Herr **Karsten** auf den Plan, die mathematischen Lehren der Physik zu entreissen, nicht bloß ihrer Weitläuftigkeit halber, sondern vorzüglich aus dem Grunde, weil sich die eigentliche Physik nicht mit **Quantitäten**, sondern mit **Qualitäten** beschäftige, und weil es selbst ganz wider die Methode sey, einerley Lehren zugleich zur angewandten Mathematik und zur Physik zu rechnen, und in zweyerley Vorlesungen eben dasselbe unter verschiedenen Nahmen zu lehren. Allein er selbst hat diesen Plan in seiner Anleitung in den ersten acht

Abschnitten nicht befolget, indem er darin vieles vorgetragen, was hiernach ganz hätte wegbleiben sollen.

Dagegen aber hat Herr **Scheibel** auf Veranlassung einer von der fürstlich jablonowskischen Societät der Wissenschaften zu Leipzig aufgegebenen Preisfrage [a]) behauptet, daß die mathematische Betrachtung von der Kenntniß der allgemeinen Eigenschaften und Veränderungen der Körper unzertrennlich sey, und müsse in der Physik beybehalten werden, wenn der Unterricht in selbiger nicht zu einem Spielwerke mit Versuchen herabsinken solle. Eine besondere angewandte Mathematik gebe es gar nicht; was man so nenne, sey daher entstanden, weil es bequem sey, die Auflösung arithmetischer und geometrischer Aufgaben, welche bey den physikalischen Versuchen vorkommen, von den letztern zu trennen, wie z. B. die Betrachtung des Weges geworfener Körper, die Höhenmessung mit dem Barometer u. dergl. **Karsten** hat noch kurz vor seinem Tode in einem eigenen Aufsatze die Ausschließung der Mathematik aus der Physik vollständig aus einander zu setzen, und zu rechtfertigen gesuchet [β]). Allein so viele Gründe er auch für seine Meinung beygebracht hat, so ist doch die Ausschließung der Anwendung der Mathematik in der Physik ganz unmöglich. Denn beynahe alle Beobachtungen und Versuche erfordern mathematische Bestimmungen, und die aus selbigen abgeleiteten Gesetze können ohne Mathematik gar nicht vollständig und bestimmt dargestellet werden. Die Naturgesetze beruhen aber bloß auf den Kräften der natürlichen Körper, nämlich auf Anziehung und Zurückstoßung. Es erfordert daher die eigentliche Physik einen reinen Theil, welcher dem empirischen zum Grunde lieget, und welcher bloß auf Erkenntniß der Naturdinge a priori beruhet. Nun sagt Herr

Kant

a) Super quaestionibus de philosophiae naturalis ambitu, limitibus et systemate; in actis societatis Jablonouianae Tom. VI. p. 183 sq.

β) Vom eigenthümlichen Gebiete der Naturlehre; in seinen phys. chemisch. Abhandlung. Heft 1. Halle 1786. 8.

Kant *), etwas a priori erkennen, heißt, es aus seiner Möglichkeit erkennen. Die Möglichkeit bestimmter Naturdinge kann aber nicht aus ihren bloßen Begriffen erkannt werden; denn aus diesen kann zwar die Möglichkeit des Gedankens (daß er sich selbst nicht widerspreche), aber nicht des Objektes, als Naturdinges, erkannt werden, welches außer dem Gedanken (als existirend) gegeben werden kann. Also wird, um die Möglichkeit bestimmter Naturdinge, mithin um diese a priori zu erkennen, erfordert, daß die dem Begriff correspondirende Anschauung a priori gegeben werde, d. i. daß der Begriff construiret werde. Nun ist die Vernunfterkenntniß durch Construktion der Begriffe mathematisch. Also mag wohl eine reine Philosophie der Natur überhaupt, d. i. diejenige, die nur das, was dem Begriffe einer Natur im allgemeinen ausmacht, untersuchet, auch ohne Mathematik möglich seyn, aber reine Naturlehre über bestimmte Naturdinge ist nur vermittelst der Mathematik möglich, und da in jeder Naturlehre nur so viele eigentliche Wissenschaft angetroffen wird, als sich darin Erkenntniß a priori befindet, so wird auch die Naturlehre nur so viele eigentliche Wissenschaft enthalten, als Mathematik in ihr angewendet werden kann. Dahin gehören aber die allgemeinsten Eigenschaften der Körper, als z. B. der Bewegung, Undurchdringlichkeit, Schwere u. dergl. Daraus folgt also unläugbar, daß in jeder Physik nothwendig Mathematik angewendet werden müsse.

In vielen Fällen beruhet die Erforschung der Eigenschaften und der daher rührenden Wirkungen auf der Kenntniß der einfachen Bestandtheile, welche in ihrer Verbindung einen Körper ausmachen, und auf der Art und Weise ihrer Verbindung und Verhältnisse gegen einander. Daher setzet auch die eigentliche Physik chemische Kenntnisse voraus. Zu der Zeit, da man physikalische Lehrbücher abzufassen anfing, hätte die Chemie kaum die Form einer Wissen-

*) Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Riga 1787. 8. Vorrede S. IX.

Wissenschaft erhalten; daher war diese von der Physik gänzlich abgesondert. Auch war es schon von Alters her gewöhnlich, die mathematischen Betrachtungen der vornehmsten Objekte unter dem Nahmen der angewandten Mathematik, oder der mechanischen, optischen und astronomischen Wissenschaften besonders vorzutragen. Daher blieb für die eigentliche Physik nichts weiter übrig, als die Lehre von den allgemeinen Eigenschaften der Körper, von den einfachen Stoffen, welche die bekannten vier Elemente der Aristoteliker waren, von der Elektricität, dem Magnetismus und den Lufterscheinungen. Um nun die Lücken zwischen diesen Lehren auszufüllen, brachte man die vorzüglichsten Lehren der angewandten Mathematik in die Physik. Auf diese Weise entstand eine Wissenschaft, welche bloß jene genannten Lehren verbunden mit den Theilen der angewandten Mathematik enthielt, mit gänzlichem Ausschlusse der Chemie und Naturgeschichte. Hiernach sind sehr viele vortreffliche Lehrbücher von **Musschenbroek**, **s'Gravesande**, **Desaguliers**, **Kraft**, **von Segner** und a. m. ausgearbeitet worden.

Neuere Entdeckungen, welche zur Physik gehören, und welche ohne Kenntniß der Chemie gar nicht verstanden werden konnten, veranlaßten endlich auch die nothwendigsten chemischen Lehren mit in die Physik zu bringen. Die ersten, welche hierin die Bahn brachen, waren **Karsten** [α]) und **Lichtenberg** [β]). Die größere Vollkommenheit, welche die chemische Kunst durch die bekannte neuere Chemie erhielt, hat auch selbst die Physik zu einem höhern Grad der Vollkommenheit gebracht, indem daraus unläugbar erhellet, daß selbst die Natur sich sehr vieler chemischen Prozesse bediene, Körper von eigener Art zu bilden.

Aus allen diesen ersiehet man, daß zur genauern Kenntniß der natürlichen Körper, **Naturgeschichte**, **Mathematik**

α) Anleitung zur gemeinnützlich. Kenntniß der Naturl. Halle 1783. 8.
β) Dritte Auflage der erxlebenschen Anfangsgründe der Naturlehre. Götting. 1784. 8.

matik und **Chemie** erfordert wird. Nur sind die Physiker unter sich nicht einig, wie viel Mathematik und Chemie beym Vortrage selbst in die Physik gebracht werden soll. M. s. die Artikel **Mathematik** und **Chemie**.

Nach den bisherigen Bestimmungen ließe sich also die eigentliche Naturlehre in die **allgemeine** und **besondere** abtheilen. In die erstere gehören sodann die allgemeinen Eigenschaften der Körper, als Bewegung, Gleichgewicht, Widerstand u. dergl. in die andere aber die Lehren von den besondern Stoffen und Körpern, als Licht, Wärme, Luft, Wasser, elektrischer und magnetischer Materie, der Erde, den Meteoren und Himmelskörpern.

In Ansehung der Geschichte der Physik ist hier nur nöthig, einiges von den Systemen im Allgemeinen anzuführen, indem die nöthigste Erzählung von den Schicksalen, welche die Physik erfahren hat, bey jedem Artikel besonders beygebracht wird.

Die Körper, mit welchen die Erdbewohner umgeben sind, haben einen so großen Einfluß auf sie, daß selbst die ersten Menschen sich gar bald um ihre Eigenschaften bekümmern mußten. Daraus entstanden bey den alleráltesten Völkern Kenntnisse, welche in die Physik gehören, diese Kenntnisse mögen sich aber wohl mehr auf die nöthigste praktische, als auf wissenschaftliche Bearbeitung der Körper bezogen haben; inzwischen sind bey den Alten die Egypter, Phönicier, Chaldäer wegen ihrer astronomischen, mechanischen und chemischen Einsichten berühmt gewesen. Die Lehrer und Kenner dieser Wissenschaften wurden **Weise** (Magi, sophi) genannt, wofür die Griechen den bescheidenern Nahmen **Freunde** oder **Befließene der Weisheit** (philosophi) setzten.

In den Schulen der Griechen wurde die Physik als ein wesentlicher Theil der Philosophie angesehen, und ganz wissenschaftlich behandelt. Hier hat man auch den eigentlichen Ursprung der Systeme und Theorie zu suchen. Allein ihre Liebe zu erklären, und die Ursache von Dingen anzugeben,

geben, war bey ihnen übertrieben, und sie vernachlässigten dadurch den Weg, sich physische Kenntnisse zu erwerben. Daher findet man in den physikalischen Schriften der alten Griechen so viele Subtilitäten, und mehr Träume, als gründliche Belehrungen. Indessen werden doch auch von den Alten schon Meinungen vorgetragen, welche man in den neuern Zeiten wieder angenommen hat. So war z. B. das copernikanische Weltsystem schon ein Gedanke des **Pythagoras**, so lehrten **Leucipp** und **Demokrit** die Atomen oder ersten Körperchen der Materie, welche Lehre sich noch jetzt in so großem Ansehen erhält; so sagt **Aristoteles**, daß das Licht dem Schalle ähnlich sey u. s. f. **Dutens** hat sogar fast alle Erfindungen und Meinungen der Neuern bey den Alten finden wollen; allein das Uebertriebene dieses Verfahrens hat sehr gut **Engel** *) gezeiget.

Auch haben die Griechen den Weg der Beobachtungen nicht ganz vernachlässiget. Dieß beweisen vorzüglich des **Hippokrates** Schriften, in welchen eine so musterhafte Methode zu beobachten und aus den Erfahrungen zu schließen angetroffen wird. Wenn diese Methode aus der Arzneykunde auch in andern Theilen der Naturlehre wäre befolget worden, so würden die physikalischen Schriften der Alten für die Physik eben das geworden seyn, was jetzt die Schriften des **Hippokrates** für die praktische Heilkunde sind. Allein man war zufrieden, die Natur so zu betrachten, wie sie sich von selbst zeigte, und setzte die Versuche ganz auf die Seite, welche doch so viel zur Entdeckung der Eigenschaften der Körper beytragen. Ueberdieß war selbst der Beobachtungskreis durch die Schwierigkeiten der Mittheilung entlegener Orter sehr beschränkt, und diejenigen, welche die Beobachtungen noch am meisten zu sammeln sich bemüheten, wurden selbst durch unwissende und pralende Reisende oft mit fabelhaften Erdichtungen hintergangen.

Unter-

*) Der Philosoph für die Welt. 1tes Stück. Leipzig 1775. 8.

Unter den Römern hat **Lucrez** das epikuräische System in einem Gedichte [a]) und **Seneca** einige physikalische Untersuchungen nach den Grundsätzen der Stoiker vorgetragen [b]). Auch Plinius der ältere hat in seinen 37 Büchern der Naturgeschichte physikalische Beobachtungen und Meinungen zusammen gesammelt, wiewohl er oft eine schlechte Auswahl getroffen hat. Mit dem Verfall des römischen Reichs aber fielen auch die Naturlehre und die stoische Philosophie.

Nach der großen Barbarey erhielten sich noch bey den Arabern einige mit der Physik verbundene mathematische und medicinische Kenntnisse, welche man größtentheils aus den Schriften der Alten genommen, aber mit vielen astrologischen und fabelhaften Thorheiten vermengt hatte; dessen ungeachtet sind in diesen dunkeln Zeiten einige wichtige Entdeckungen, als z. B. der Brillen, des Compasses, des Schießpulver gemacht worden. Die meisten unter den Arabern aber waren unwissende Anhänger des Aristoteles. Nur einige wenige beschäftigten sich gründlich mit der Physik, und wurden daher als Zauberer angesehen.

Selbst eine geraume Zeit nach der Wiederherstellung der Wissenschaften im Occident war die Verehrung der aristotelischen Schriften so groß, daß man alle andere Untersuchungen schlechtweg verwarf. Die damahlige scholastische Philosophie begriff zwar auch die Physik als einen Theil in sich, allein sie war in traurigem Zustande. Ohne nur irgend ein Naturgesetz zu kennen, verfiel man auf leere und nichts bedeutende Terminologien, und glaubte die Erscheinungen durch Worte zu erklären, welche entweder ganz sinnlos waren, oder mit andern Worten eben dieselbe Erscheinung wieder ausdrückten. Dieß war der Fall bey den Erklärungen, welche aus der Abweichung gegen den leeren Raum,

a) De rerum natura lib. VI. cum interp. et notis *Tho. Creech.* Oxon. 1695. 8. Basil. 1770. 8.

b) Quaestionum naturalium lib. VII. Venet. 1522. apud *Aldum.*

Raum, aus der plaſtiſchen Kraft, und den übrigen verborgenen Qualitäten der Scholaſtiker hergeleitet wurden.

Der erſte, welcher aus dieſen traurigen Zeiten einen ſichern Weg zeigte, zu einer genauern Kenntniß der natürlichen Dinge zu gelangen, war der Lord Kanzler, **Baco de Verulam**, deſſen Werke verſchiedene Mahl geſammelt worden ſind *). Seine instauratio magna ſ. de augmentis ſcientiarum enthält Gedanken über die Verbeſſerung aller Wiſſenſchaften, und beſonders über die Naturlehre; er gibt nämlich den Rath, die bisherigen Speculationen zu verlaſſen, und bloß aus den Erfahrungen zu ſchöpfen. Die Schrift, de interpretatione naturae, zählt die Gegenſtände auf, welche nach ſeinem Vorſchlage zu bearbeiten wären, und die hiſtoria ventorum gibt ein Beyſpiel ſeiner Methode.

Endlich wurde im 16ten Jahrhunderte der Grund zum Verfall der ſcholaſtiſchen Philoſophie durch die Bekanntmachung der copernikaniſchen Weltordnung gelegt, welche jedoch zur damahligen Zeit noch nicht allgemeinen Beyfall erhalten konnte. Zu Anfange des 17ten Jahrhunderts ſchienen die Umſtände für den gänzlichen Verfall dieſer Philoſophie günſtiger zu ſeyn. **Galilei**, ein Mann von ſcharfſinnigem Geiſte, entdeckte um dieſe Zeit, durch Erfahrung und richtige Anwendung der Mathematik, die wahren Geſetze der Bewegung fallender, geworfener und ſchwingender Körper. Auch machte er durch die neu erfundenen Fernröhre Entdeckungen am Himmel, welche ihn an der Wahrheit der copernikaniſchen Weltordnung gar nicht mehr zweifeln ließen. **Tycho de Brahe** hatte bereits die Sternkunde verbeſſert, und einen wahren Schatz von Beobachtungen geſammelt, aus welchen der berühmte würtenbergiſche Aſtronom, **Kepler**, ſeine vortrefflichen Geſetze entwickelte, welche die

*) *Franc. Baconis de Verulamio* ſcripta in naturali et vniuerſa philoſophia. Amſtel. 1653. 12. edit. *Jo. Arnoldi* Lipſ. 1694. fol. the philoſophical Works of *Francis Bacon* methodical and made engliſh by *Peter Shaw*. Lond. 1733. 4. Vol. I — III.

die Hauptgeſetze der Bewegungen der Planeten enthalten, und das copernikaniſche Syſtem in ein völliges Licht ſetzen. Auch machte dieſer große Geometer eine glückliche Anwendung der Geometrie auf die Erklärung des Sehens und der Erſcheinungen der Brechung des Lichtes, und kam dadurch dem wahren Geſetze der Brechung ſehr nahe. Zu dieſer Zeit ſchrieb auch der engliſche Arzt **Gilbert** über den Magnetismus und Elektricität, **Stevin** fand das Geſetz des Gleichgewichtes mehrerer Kräfte und des Drucks flüſſiger Körper, und **Willebrord Snellius** das wahre Geſetz der Strahlenbrechung.

Auch fing man nunmehr an, die Verſuche zu Hülfe zu nehmen. Dadurch entdeckte **Torricelli, Gallilei's** Schüler, im Jahre 1643 das Barometer; hiermit war zugleich die Entdeckung des Drucks der Luft der Atmoſphäre gemacht, und die ſcholaſtiſche Behauptung, von der Abweichung der Natur gegen den leeren Raum, völlig widerlegt. Ueberhaupt fing um dieſe Zeit die Experimentaluuterſuchung in mehreren Ländern auf ein Mahl aufzuleben an. In Deutſchland erfand **Otto von Guerike** die Luftpumpe und die elektriſche Schwefelkugel, und **Kircher** und **Schott** ſammelten eine große Anzahl von Beobachtungen und Verſuchen; in Frankreich zeigte **Paskal** durch Erfahrung die Lehre vom Drucke der Luft, und der **P. Merſenne** unterſuchte die Schwingungen geſpannter Saiten, und brachte durch ſeinen ausgebreiteten Briefwechſel mehrere Gelehrten in nähere Verbindung. Alle dieſe Erfindungen wurden durch neue Verſuche von **Gaſſendi** und **Riccioli** beſtätiget. **Carteſius** ſtürzte endlich die ariſtoteliſche Philoſophie gänzlich. Dieſer um gründliche, ausgebreitete Kenntniſſe verdiente Mann benutzte die bis zu ſeiner Zeit gemachten Entdeckungen gegen die Ariſtoteliker mit einer unwiderſtehlichen Stärke der Gründe, und lehrte bey ſeinen großen Kenntniſſen der Mathematik ſehr viel Wahres und Nützliches. Seine Begierde, alles zu erklären, war aber ſo groß, daß er von dem eigentlichen Wege der Erfahrungen abgezogen wurde. Er

suchte bloß aus dem Begriffe der Materie und der Bewegung ein haltbares System aufzuführen, das zu seiner Zeit auch sehr viel Anhänger gehabt hat. Mehrere seiner Meinungen findet man unter verschiedenen Artikeln dieses Wörterbuchs. Unter seinen Werken, welche zu Amsterdam 1692 — 1701. 4. herausgekommen sind, gehören zur Physik seine principia philosophiae, die Dioptrik, eine Schrift von den Meteoren und eine vom Menschen.

Auf dem ein Mahl betretenen Wege der Experimentaluntersuchungen fuhren andere fort wichtige Entdeckungen zu machen, als **Boyle** in England, so wie D. **Hook**, **Grimaldi** und **Borelli** in Italien, **Pascal**, **Mariotte** und **Picard** in Frankreich. Nach und nach wurde der Eifer, die Natur gründlicher zu studiren, immer größer, so daß sich mehrere Gelehrte mit einander verbanden, und gelehrte Gesellschaften bildeten, welche durch die Obern des Landes unterstützet wurden. Auf diese Weise entstanden in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts die londner Societät, die florentiner Academia del Cimento, und die pariser Akademie der Wissenschaften, welchen die Physik so viel zu verdanken hat.

In der andern Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts erhielt die Naturlehre durch die vortrefflichen Entdeckungen **Newton's** eine ganz neue Gestalt. Dieser suchte so viel möglich alle Hypothesen, denen man bisher so sehr ergeben war, zu entfernen, ging den richtigen Weg der Erfahrung, und erweiterte durch sein erhabenes System die Naturlehre ganz ungemein. So sehr auch dieses System anfänglich angegriffen wurde, so hat es doch mit dem größten Triumph gesiegt. Es hatte nämlich die cartesianische Physik nicht lange erst durch den Sieg über die Aristoteliker ein solches Ansehen erhalten, daß es schwer hielt, davon wieder abzugehen, besonders da **Newton** Naturgesetze aus Kräften entwickelte, die den Naturphilosophen nicht in Kopf wollten, weil sie einen besondern Hang hatten alles zu erklären, und doch von den Kräften keine Ursache weiter entdecken konnten.

Selbst

Selbst bis zur Mitte des achtzehnten Jahrhunderts blieben verschiedene Naturforscher, besonders einige Mitglieder der pariser Akademie, cartesianisch gesinnt. Ja man beschuldigte sogar **Newton** einer Wiedereinführung der verborgenen scholastischen Qualitäten, welches aber bloß von Mißverständnissen herrührte. Endlich aber erhielt **Newtons** System von mehreren Seiten so viele Bestätigung, daß es von allen als der Grund des mathematischen Theils der Physik betrachtet wird. Das Nöthigste davon findet man in verschiedenen Artikeln dieses Wörterbuchs.

Nach dieser Zeit ist auch der mathematische Theil der Naturlehre vor allen übrigen vorzüglich bearbeitet worden. Auch die Chemie und Naturgeschichte fing in diesen Zeiten an, größere Fortschritte zu machen; nur wurden ihre Lehren in der Physik noch zu wenig benutzt, und der chemische Theil der Naturlehre, welcher doch nicht weniger erheblich ist, wurde fast gänzlich vernachlässiget. Erst nach der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts fing man an, die Unentbehrlichkeit der chemischen Lehren lebhaft zu fühlen. Die erste Veranlassung hierzu gaben die chemischen Erklärungen der Auflösung des Wassers in Luft, und der davon abhängenden Lufterscheinungen, so wie die Lehre vom Feuer überhaupt. Ueberdieß erhielt man durch die Entdeckung der Luftarten (m. s. Gas) ganz andere Begriffe von der Luft, und machte es nothwendig, außer den mechanischen Eigenschaften der Luft, auch die chemischen in Betrachtung zu ziehen. Dadurch ward man bewogen, die Chemie und Physik genauer mit einander zu verbinden, wodurch auch, wie die Erfahrung hinlänglich belehret, beide Wissenschaften ungemein gewonnen haben.

Auch hat in den neuern Zeiten Herr **Kant** den Grund des bisher beliebten atomistischen Systems zu untergraben angefangen, und mit einer ihm eigenen Gründlichkeit gezeiget, daß das dynamische System mit dem allgemeinern Begriffe der Materie besser als die Atome zusammenstimmen. In diesem Wörterbuche wird man beide Systeme, beson-

ders unter dem Artikel, **Grundkräfte**, mit einander verglichen finden, und Kenner, welche mehr, als ich, zu leisten vermögen, werden beurtheilen können, ob das dynamische System die Naturbegebenheiten glücklicher, als das atomistische auf die ersten Gründe zurückführet.

Unter den ältern Lehrbüchern der Physik zeichnen sich bereits die von **Sennert** α) dadurch aus, daß sie sich nicht an das ehemahlige scholastische System binden. Nach dem Systeme des **Cartesius** haben besonders **Clauberg** β), **Rohault** γ), und größtentheils **Sturm** δ), und mehr nach Versuchen eben dieser **Sturm** ε) und **Sengwerd** ζ) Lehrbücher entworfen. Nach **Newton** erschienen vortreffliche Lehrbücher der mathematischen Physik von **Keill** η), **Desagulier** θ), **s'Gravesande** ι), **Mußchenbroek** κ), **Hamberger** λ) und **Kraft** μ). **Wolff** ν) suchte die Naturlehre durch die deutsche Schreibart allgemeiner zu machen. Vorzüglich in Rücksicht der Theorie aber sind die neuern

α) Philosophia naturalis. Witeb. 1618. 4. epitome naturalis scientiae Amstelod. 1664. 4.

β) Physica Amstelod. 1664. 4.

γ) Traité de physique. à Paris, 1673. 12. Tom. I. II. *Jac. Rohaulti* tractatus physicus, latin. vert. *Samuel Clarcke* cum animadv. *Ant. le Grand.* Amst. 1706. 8. Lond. 1711.

δ) Physica electiua s. hypothetica. Norimb. 1697 - 1722. II Tomi. 4.

ε) Collegium experimentale s. curiosum. Norimberg. 1676 - 1685. II Tomi. 4.

ζ) Philosophia naturalis. Lugd. Batav. 1655. 4.

η) Introductio ad veram physicam. Oxon. 1700. 8. Lond. 1719.

θ) Course of experimental philosophy. Lond. 1717. 4. 1745. II Vol. 4.

ι) Physices elementa mathematica experimentis confirmata. Leid. 1719. 4. vermehrt Leid. 1742. II Tom. 4.

κ) Epitome elementorum physices mathem. Lugd. Bat. 1734. 8. und die nach des Verfassers Tode von Lulofs herausgeg. introductio ad philosophiam naturalem. Lugd. Bat. 1762. II Tomi. 4.

λ) Elementa physices. Ienae, 1735. 8.

μ) Praelectiones in physicam theoreticam. Tubing. 1750. 8. in physicae partes mathematicas. P. II. 1751. 8. in physicae partes opticas et his cognatas. P. III. 1754. 8.

ν) Nützliche Versuche zu genauer Kenntniß der Natur u. Kunst. Halle, 1721 - 1723. III Bände 8. Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle, 1723. 8. Vernünftige Gedanken von den Absichten natürl. Dinge. Halle, 1724. 8.

neuern Lehrbücher der Physik vorzüglicher von **Segner** [α]), **Eberhardt** [β]), **Winkler** [γ]), **Maler** [δ]) und **Böckmann** [ε]). Die größern physikalischen Schriften vom Abt **Nollet** und **de la Fond** sind bereits unter dem Artikel, Experimentalphysik, angeführet worden. Neuere Handbücher der Naturlehre haben entworfen **Erxleben** [ζ]), **Karsten** [η]) **Kratzenstein** [θ]), *van Swinden* [ι]), **Herz** [κ]), **Nicholson** [λ]), **Gren** [μ]), **Hobert** [ν]), **Klügel** [ξ]), **Brisson** [ο]), **Achard** [π]), **Pankl** [ρ]), **Imhoff** [σ]), **Hauch** [τ]) u. **Relin** [υ]).

Lll 3 In

α) Einleitung in die Naturlehre. Götting. 1747. 1770. 8.

β) Erste Gründe der Naturlehre. Halle, 1752. 5te Aufl. 1787. 8.

γ) Anfangsgründe der Physik. Leipz. 1754. 8.

δ) Physik oder Naturlehre. Carlsruhe, 1767. 8.

ε) Naturlehre, oder gänzlich umgearbeitete malerische Physik. Carlsruhe, 1775. 8.

ζ) Anfangsgründe der Naturlehre. Götting. 1772. 8. 3te Aufl. mit vielen Zusätzen von Lichtenberg. 6te Aufl. 1794. 8.

η) Anfangsgründe der Naturlehre. Halle, 1780. 8. 2te Aufl. mit Zusätzen von Gren. 1790. 8. Anleit. zur gemeinnütz. Kenntniß d. Natur. Halle, 1783. 8. Kurzer Entwurf der Naturwissenschaft. 1785. 8.

θ) Vorlesungen über die Experimentalphysik. 6te Aufl. Kopenhag. 1787. 8.

ι) Positiones physicae. Harderouici. Tom. I. 1786. Tom. II. 1787. 8.

κ) Grundlage zu meinen Vorlesungen über die Experimentalphysik. Berlin, 1787. 8.

λ) Einleitung in die Naturlehre. Aus d. Engl. mit Zus. und Anmerk. von Lüdike. B. I. II. Leipz. 1787. 8.

μ) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. dritte Aufl. 1797. 8.

ν) Grundriß des mathematischen und chemisch-mineralischen Theils der Naturlehre. Berlin, 1789. 8.

ξ) Anfangsgründe der Naturlehre in Verbindung mit der Chemie und Mineralogie. Berlin und Stettin, 1792. 8. und in dessen Encyclopädie 2te Aufl. Th. II. Berlin u. Stett. 1792. 8.

ο) Traité élémentaire, ou principes de physique. à Paris, 1789. III Vol. 8.

π) Vorlesungen üb. die Experimentalphysik. Th. I-IV. Berl. 1791. 8.

ρ) Compendium institutionum physicarum in vsum auditorum Posonii. P. I. II. III. 1793. 8.

σ) Grundriß der öffentl. Vorlesungen üb. die Experimentalnaturlehre. München, Th. I. 1794. Th. II. 1795. 8.

τ) Anfangsgründe der Naturlehre unter eigener Aufsicht des Verf., aus dem Dänisch. übers. von D. Tode. Th. I. II. 1795. Kopenh. u. Leipz. 8. Anfangsgründe der Experimentalphysik. Aus d. Dänisch. übers. mit wenig. Anmerk. von B. H. Tobiesen. Schleßwig, 1795. Th. I. 1796. Th. II. 8.

υ) Lehrbuch der Naturlehre. B. I. Anspach, 1796. 8.

In einer faßlichen Schreibart tragen die Physik vor **Euler** α), **Winsch** β) und **Hube** γ).

Noch fehlt bis jetzt eine ausführliche und zusammenhängende Geschichte der Physik. Das Werk des Herrn *de Loys* δ), welcher im August 1789 gestorben ist, fängt erst mit **Galilei** vom Jahre 1589 an; die Ordnung desselben ist aber nicht musterhaft, und die nöthige Critik wird sehr oft vermißt. Gleichwohl ist neuerlich der erste Theil von diesem Werke ins Deutsche übersetzet worden. Zur Kenntniß physikalischer Schriften dienen **von Rohr** ε), **Boerhaave** ζ), von **Münchhausen** η), **Erxleben** θ), und **Böckmanns** physikalisch-ökonomische Bibliothek, und die neueste von **Hermbstädt** ι). Die neuesten von Zeit zu Zeit gemachten Entdeckungen findet man in **Rozier** κ), **Lichtenberg** und **Voigt** λ), **Gren** μ), **Brugnatelli** ν) und andern Zeitschriften ξ).

Was

α) Leonh. Eulers Briefe über verschiedene Gegenstände aus der Naturlehre, nach der Ausgabe der Herrn Condorcet und la Croix aufs neue übers. und mit Anmerk. Zusätz. und neuen Briefen vermehret von Kries. I–III. B. 1792–1794. Gotha. 8.

β) Kosmologische Unterhaltungen. Leipzig, 1778. 8. III Theile, neue vermehrte Ausg. vom I u. II Bande. 1790 u. 1794. 8.

γ) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. I–III. Band. Leipz. 1793. 1794. 8.

δ) Abrégé chronologique pour servir à l'histoire de physique à Strasb. T. I–IV. 1786. 8.

ε) Physikalische Bibliothek. Leipz. 1724. 8. mit vielen Zusätz. u. Verbess. von Kästner. Leipz. 1734. 8.

ζ) Methodus studii medici edit. *ab Haller*. Amst. 1751. Tom. II. 4.

η) Des Hausvaters zweyter Theil. Hannover, 1766. 8.

θ) Anfangsgründe der Naturlehre.

ι) Bibliothek der neuesten physischen, chemischen rc. Litteratur. Berlin seit 1788. 8.

κ) Journal de physique ou observations et mémoires sur la physique. Paris seit 1773 ist zuletzt von de la Metherie allein bis mit 1793 fortgesetzet worden. Tomi XLIII.

λ) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. Gotha, 1781. fortges. von Voigt seit 1786. 8. bis 1797. XII Bände. Neues Magazin von Voigt seit 1798.

μ) Journal der Physik. B. I–VIII. Halle und Leipzig, 1790–1794. 8. Neues Journal der Physik. B. I–VI Lpz. 1795–1797. Annalen der Physik seit 1798 nach des Verfass. Tode fortges. von Gilbert.

Was endlich den Nutzen der Physik betrifft, so ist hiervon einen Beweis zu geben unnöthig, da wir zu unsern Bedürfnissen, Bequemlichkeiten und Vergnügungen und zur Abwendung aller Gefahren die Eigenschaften und Wirkungen der natürlichen Körper wissen müssen. Außerdem bieten uns die Untersuchungen von den Eigenschaften der Körper nützliche Beobachtungen über die Absichten derselben dar, und geben die schönsten Beweise von dem Daseyn eines erhabenen Wesens ab, von welchem alle diese Dinge ihren Ursprung erhalten haben. Vorzüglich aber stürzt die Physik den so sehr verderblichen Aberglauben, führet uns zur Demuth und Bescheidenheit, und zeiget, daß unser Wissen gar sehr eingeschränket ist, sie bietet aber auch Stoff genug dar, die Kräfte unseres Verstandes durch neue Untersuchungen zu schärfen und zu vervollkommnen. Zu vergleichen und ähnlichen Anwendungen der Physik haben besonders **Wolff** [α]), **Derham** [β]), **Nieuwetyt** [γ]), und in den neuesten Zeiten **Sullivan** [δ]) gehandelt.

Pigmente s. **Farben.**

Pistole, elektrische, Knallluftpistole (sclopetum electricum, pistolet électrique) ist eine eigene Einrich-

Lll 4 tung,

v) Bibliotheca fisica d'Europa o sia Raccolta di osservazioni sopra la Fisica, matem. chim. storia natur. medic. et art. Pavia Tom. I-XIV. bis 1794.

ξ) Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte von einigen Liebhabern dieser Wissensch. 1778 - 1792. 4 Bände. Leipz. Magazin der reinen und angewandten Mathemat. von Bernoulli und Hindenburg von 1786. Archiv der reinen und angewandten Mathemat. von Hindenburg seit 1794. Crells chemische Annalen für die Freunde der Naturlehre rc. nebst den Beyträgen. Helmst. seit 1786.

α) Vernünftige Gedanken über die Absichten natürlicher Dinge. Halle, 1724. 8.

β) Physicotheologie oder Naturleitung zu Gott. A. d. Engl. von C. L. W. Hamburg, 1750. 8.

γ) Rechter Gebrauch der Weltbetrachtung zur Erkenntniß der Macht, Weisheit u. Güte Gottes. A. d. Holl. von Segner. Jena, 1747. 4.

δ) A View of Nature in lettres to a Traveller etc. Lond. Vol. I-VI. 1794. 8. Uebersicht der Natur in Briefen an einen Reisenden, nebst einigen Bemerkungen über den Atheismus in Beziehung auf dessen Verbreitung im neuen Frankreich. A. d. Engl. abgek. übersetzt mit Anmerk. (von D. Hebenstreit) Leipz. 1795. B. I. 1796. B. II. 8.

tung, wobey durch die Explosion der durch den elektrischen Funken entzündeten Knallluft ein Pfropf mit Gewalt aus einer Röhre getrieben wird. Der Versuch hiermit dienet zum Beweise der Entzündung brennbarer Stoffe durch den elektrischen Funken, und der explodirenden Kraft der Knallluft.

Daß durch den elektrischen Funken die Luft mit brennbaren Dünsten angefüllt entzündet werden könne, war schon **Watson** [α]) bekannt, noch ehe die brennbare Luft gehörig entdecket war. Diese Versuche sind auch von **Noller** wiederholet worden, welcher dabey zuerst brennbare Luft gebrauchte. **Noller** [β]) aber kam bey seinen Entdeckungen über die Sumpfluft zuerst auf den Gedanken, ein eigenes Instrument in Form einer Pistole zu diesen Versuchen zu gebrauchen; in der Folge nahm er auch hierzu künstliche brennbare Luft oder vielmehr Vermischungen der atmosphärischen und brennbaren Luft, welche den Nahmen Knallluft führen, und eine weit stärkere Wirkung thun.

Seit der Erfindung dieses Instrumentes ist seine Gestalt oft verändert worden. Es gibt gläserne Werkzeuge, welche die Gestalt einer Pistole haben, und wovon **Schäfer** [γ]) Beschreibungen gegeben hat, allein diese dienen gar nicht zu starken, sondern nur zu kleinen gemeinen Versuchen, und gleichwohl hat man auch hierbey Vorsicht des Zerspringen wegens nöthig. Am besten werden solche Werkzeuge von Metall verfertiget. Anfänglich war gewöhnlich ihre Gestalt diese: ein messingener Cylinder lief in einen damit verbundenen engern Cylinder aus, welcher letztere mit einem Kork verstopfet wurde; am Boden jenes Cylinders wurde ein durchbohrtes Stück Messing angeschraubet, und in selbiges eine Glasröhre eingekittet, worin ein mit einem Knopfe versehener Drath befestiget ist, dessen Ende so umgebogen worden, daß es nur 1 bis 2 Linien weit von dem Messinge

α) Philosoph. transact. Vol. XLIII. p. 495.
β) Lettere sull'aria inflammabile nativa delle paludi. Com. 1776. 8. übers. Winterthur 1778. 8. und von Köstlin. Strasb. 1778. 8.
γ) Abbildung u. Beschreib. der elektrisch. Pistole. Regensb. 1779. 4.

Messinge absteher. Wird die Pistole nicht gebrauchet, so schraubt man noch eine messingene Haube über die Glasröhre. Soll sie aber geladen werden, so zieht man den Kork aus der Mündung, und hält selbige sehr genau an die Mündung einer mit brennbarer Luft angefüllten Flasche, welche in eben dem Augenblicke erst ist geöffnet worden; die leichte brennbare Luft wird alsdann in der Pistole aufsteigen, und sich mit der darin befindlichen atmosphärischen Luft vermischen und Knallluft bilden. Wenn man auf diese Art die Pistole etwa 15 bis 20 Sekunden lang über die Flasche gehalten hat, so verschließt man beide augenblicklich mit genau passenden Stöpseln. Hält man nun den untern Theil der Pistole mit der Hand, nimmt die messingene Haube über der Glasröhre weg, und bringt den Knopf des Drathes in der gläsernen Röhre gegen den Conduktor der Maschine, oder gegen den Knopf einer geladenen Verstärkungsflasche, so wird nicht allein hier, sondern auch zwischen dem krumm gebogenen Ende des Drahts und des Bodens der Pistole ein Funken entstehen; dieser letztere Funke entzündet die Knallluft mit einer Explosion, welche den Kork auf eine beträchtliche Weite forttreibt. Die Pistole läßt sich aus einer Flasche mit brennbarer Luft mehrere Mahl nach einander laden, nur muß sie bey jedem folgenden Mahle etwas länger über die Flasche gehalten werden.

In dergleichen gewöhnlichen Pistolen ist es aber nicht möglich, brennbare Luft mit atmosphärischer in einem bestimmten Verhältnisse vermischt einzuschließen, und gleichwohl entsteht aus solchen Mischungen die beste Knallluft. Daher gab **D. Ingenhouß** *) eine etwas andere zusammengesetzte Einrichtung an, welche auch von **Cavallo** **) ist beschrieben und abgebildet worden. Sie ist zusammengesetzt aus drey in einander geschraubten Theilen, dem Lauf, der Kammer und dem Handgriff. Durch den Handgriff geht ein Kolben, welcher sich in ein kegelförmiges Stück Elfenbein endiget, das an das innere

*) Philosoph. transact. Vol. LXIX. P. II. p. 410.
**) Abhandl. üb. die Natur u. Eigenschaften der Luft. A. d. Engl. S. 277.

nere kegelförmige Ende der Kammer genau anpaßt. Um hiernächst diese Pistole zu laden, hat man bereits gute Knallluft in einer Blase vorräthig; man druckt den Kolben mit dem konischen Theile dicht an das kegelförmige Ende der Kammer, schraubt den Lauf ab, hält die Mündung der Kammer dicht an die Oeffnung der Blase, und zieht alsdann den Kolben zurück, wodurch sich die Kammer mit Knallluft füllt. Nach der Wegnahme der Blase wird augenblicklich eine mit weichem Leder umwickelte Bleykugel in die Mündung gebracht, und der Lauf wieder darüber geschraubet. Die Entzündung geschiehet vermittelst zweyer in dem Elfenbein am Kolben angebrachten Drähte mit Knöpfen, welche nicht weit von einander abstehen, und wovon einer mit dem Messinge des Instrumentes verbunden, der andere aber in einer Glasröhre isoliret ist, und sich auswendig in einen Knopf endiget, dem man den elektrischen Schlag geben kann. Uebrigens müssen die kleinen Knöpfe im Elfenbeine so tief liegen, daß sie dem Gange und Anschließen des Kolbens nicht hinderlich sind.

Herr D. **Ingenhouß** fand die Wirkung dieses Instrumentes sehr stark. Hierbey entdeckte er auch, daß die Dämpfe des Vitrioläthers die atmosphärische Luft, und noch mehr die Lebensluft, in einem sehr hohen Grade knallend machen. Eine Pistole, welche **Nairne** verfertiget hatte, zersprang mit Gefahr der Umstehenden durchs Abbrennen, nachdem nur ein Tropfen Aether in dephlogistisirte Luft getragen wurde. Nach der Wiederherstellung dieser Pistole zersprang sie zum zweyten Mahle, obgleich sogar der Lauf der Kammer offen war. Statt der Knallluft dient auch Hoffmanns liquor anodynus, wenn ein Stückchen Schwamm mit diesem getränkt in die Höhlung der Kammer aufgehängt wird.

Da aber auch diese von D. **Ingenhouß** angegebene Einrichtung zur Füllung der Kammer mit Knallluft einige Zeit wegnahm, und außerdem wegen des Ab- und Anschraubens unbequem war, so erfand Herr **Pickel**, welcher bey den angeführten Versuchen des Herrn **Ingenhouß** zugegen gewesen war, eine eigene zum Geschwindeschießen eingerichtete elektrische

sche Pistole. Ihre Gestalt ist cylindrisch, und an dem einen Ende kegelförmig. Darein paßt ein Stempel genau, durch welchen ein Canal durch die ganze Stange hindurch gebohret ist; ein Maßstab an der Stange zeiget, wie viel Cubikzoll Raum durch Zurückziehung des Stempels in der Pistole entstanden ist. Der Canal des Stempels besitzet einen Hahn (auch wohl und noch besser zwey Hähne) und es kann daran eine mit Knallluft gefüllte Blase geschraubet werden. Zieht man nun beym geöffneten Hahne den Stempel heraus, so füllt sich alsdann der in der Pistole entstandene leere Raum mit Knallluft an, worauf der Hahn wieder verschlossen wird. Durch die Seitenwand des cylindrischen Körpers ist ein Stück Messing eingeschraubet, wodurch ein Messingdraht in einer Glasröhre isoliret und auswendig mit einem Knopf versehen hindurchgehet. Das innere Ende dieses Drahtes biegt sich gegen das Metall der Pistole, darf aber dem Gange des Stempels nicht hinderlich seyn. Der äußere Knopf dieses Drahtes wird nun mit dem Conduktor oder mit dem Knopfe einer geladenen Flasche in Berührung gebracht, wodurch die Knallluft entzündet wird. Nach dem Abfeuern wird nun der Stempel wieder zurückgestoßen, der Pfropf der Pistole wieder vorgesteckt, der Hahn am Canal geöffnet, und durchs Herausziehen des Stempels der innere Raum der Pistole von neuen mit Knallluft gefüllt, worauf der Hahn wieder verschlossen und zum andern Mahle abgefeuert wird. Auf diese Weise kann man in einer Minute, wenn die Blase eine hinreichende Menge Knallluft enthält, auf 8 bis 10 Mahl abfeuern. Hat man in der Blase brennbare Luft allein, und will selbige in einem gegebenen Verhältnisse mit gemeiner Luft vermischen, so dienet eben hierzu der angeführte Maßstab. Es wird nämlich alsdann der Stempel noch vor Einsteckung des Pfropfes mit geschlossenem Hahne bis auf den gegebenen Grad zurückgezogen, wodurch sich der dazu nöthige Raum mit gemeiner Luft anfüllt. Steckt man nun den Pfropf auf, öffnet den Hahn und ziehe den Stempel ganz zurück, so kömmt der nöthige Theil brennbare Luft aus der Blase hinzu. D. **Ingenhouß** hat im

Stem-

Stempel eine kleine durchlöcherte Kammer angebracht, in welche Schwamm mit Hoffmanns liquor anodynus eingeleget werden kann. Durch diese Kammer muß die gemeine Luft durchs Zurückziehen des Stempels durchstreichen, um in den innern Raum der Pistole gelangen zu können. Wenn statt der gemeinen Luft Lebensluft im gehörigen Verhältnisse mit der brennbaren Luft vermischet wird, so wird der Knall außerordentlich stark, und überhaupt die Explosion so heftig, daß man Gefahr wegen des Zersprengens der Pistole läuft, wenn man nicht von der Haltbarkeit derselben hinlänglich versichert ist.

Andere gläserne Werkzeuge, mit welchen man Knallluft mittelst des elektrischen Funkens abbrennen kann, beschreibet **Weber** [a]). Ueberhaupt wird es leicht seyn, sich allerhand Werkzeuge zu diesem Zwecke zu erfinden, welche die Form der gewöhnlichen Feuergewehre haben. So beschreibet **Weber** eine elektrische Kanone, und **Wißhofer** [β]) eine Flinte, welche die nämliche Gestalt, wie die gewöhnlichen hat, in deren Kolben ein geladenes Fläschchen verborgen, und Statt des Flintenschlosses ein Spannwerk angebracht ist; welches durch den Drücker gelöst einen Stift gegen den Haken der Flasche führet, und diese dadurch entladet.

M. s. **Ingenhouß** vermischte Schriften, herausgegeben von **Molitor**. Wien 1784. 8. Th. I. S. 287 u. f. **Tiber. Cavallo** Abhandl. über die Natur und Eigenschaften der Luft. A. d. Engl. Leipz. 1783. 8. S. 274 f.

Planconcav s. **Linsengläser.**

Planconvex s. **Linsengläser.**

Planeten, Irrsterne (planetae, stellae errantes, sidera errantia, planètes). Mit diesem Nahmen belegte man sonst alle diejenigen Gestirne, welche ihre Stellungen gegen die übrigen Sterne täglich ändern, und gewöhnlich von Westen gegen Osten sich fortbewegen, und binnen einer gewissen Zeit um den ganzen Himmel herumlaufen. Dieses Fortrücken bemerket man außer der Sonne und

a) Abhandlung vom Luftelektrophor. 2te Aufl. Ulm, 1779. 8. S. 83 f.
β) Beschreibung einer elektrischen Flinte. Salzburg, 1780. 8.

und dem Monde noch an andern 5 Sternen, welchen man die Nahmen **Merkur, Venus, Mars, Jupiter** und **Saturn** gegeben hat. Diese 5 Sterne mit der Sonne und mit dem Monde waren die sieben Planeten der Alten, welche besonders in Ansehung der Astrologie von Bedeutung waren, und von welchen die Tage in der Woche ihre Benennung erhielten. M. s. **Woche.** In den neuern Zeiten ist zu diesen Planeten noch ein neuer von **Herschel** entdecket worden, den man **Uranus** genannt hat. Von allen diesen handeln eigene Artikel dieses Wörterbuchs.

Man unterscheidet die Planeten von den übrigen Sternen außer dem Fortrücken von Abend gegen Morgen sehr leicht auch noch dadurch, daß sie durch Fernröhre betrachtet vergrößert und als runde Scheiben erscheinen, und mit einem matten, nicht funkelnden, dem Monde ähnlichen Lichte glänzen. Die theorische Astronomie lehret, daß sie sämmtlich an sich dunkele Körper sind, und von der Sonne ihr Licht erhalten, und daß sie sich in elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen. Hierdurch ist auch die Bedeutung des Wortes **Planet** in der theorischen Astronomie geändert worden. Man versteht nämlich darunter einen solchen Himmelskörper, welcher an und für sich dunkel ist, um die Sonne läuft, und von selbiger Licht erhält. Hiernach gehöret also unsere Erde ebenfalls zu den Planeten, und die Sonne wird zu den übrigen Fixsternen, welche eigenes Licht aussenden gezählet. M. s. **Fixsterne.** Die vorhin genannten sechs Planeten nebst der Erde machen ihren Lauf unmittelbar um die Sonne, und heißen dieserwegen **Hauptplaneten.** Einige von diesen haben noch kleinere um sie laufende Planeten zu Begleitern, die folglich ebenfalls mit um die Sonne geführet werden, und **Nebenplaneten** heißen. Nur der einzige Nebenplanet unserer Erde, der Mond, ist durch bloße Augen sichtbar, die übrigen lassen sich erst durch gute Fernröhre am Himmel erblicken. Sie bewegen sich übrigens ebenfalls wie die Hauptplaneten in elliptischen Bahnen um diese. Alle diese angeführten Himmelskörper mit der Sonne und den nur zu-

weilen sichtbaren Kometen in Verbindung betrachtet, machen unser **Sonnensystem** oder **Planetensystem** aus.

Die Hauptplaneten werden vorzüglich in die **obern** und **untern** abgetheilet; jene heißen diejenigen, welche in größern Bahnen, als die Erdbahn ist, sich um die Sonne bewegen, mithin die Erdbahn einschließen, und dahin gehören **Mars, Jupiter, Saturn** und **Uranus**; diese aber heißen diejenigen, deren Bahnen kleiner als die Erdbahn sind, und welche folglich von dieser umschlossen werden; dahin gehören Merkur und Venus.

Die Bewegung aller Planeten um die Sonne geschiehet nach einerley Richtung, nämlich nach der Folge der Zeichen. Es fallen zwar ihre Bahnen nicht in einerley Ebene, aber mit der Ebene der Ekliptik machen sie doch keine großen Winkel. Daher sieht man sie stets nicht weit von der Ekliptik in einem Himmelsstreifen, welcher der Thierkreis genennet wird. Wenn nun gleich ihr Lauf beständig nach der Folge der Zeichen d. i. rechtläufig geschiehet, so verursachet doch die Bewegung unserer Erde, daß ihre Bewegung bald langsamer, bald geschwinder, bald rechtläufig, bald stillstehend, bald rückläufig dem Beobachter der Erde erscheinet. Diese Bewegung ist aber nur scheinbar, und hat den Nahmen **Planeten** veranlasset, welcher nach der Etymologie so viel als irrende Sterne bedeutet.

Ihre wahre Bewegung ist übrigens ziemlich gleichförmig, und richtet sich nach den von **Keplern** entdeckten Gesetzen. **Newton** hat nun bewiesen, daß sich bey jeder Centralbewegung, welche diesen Gesetzen folget, die Centripetalkraft umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte verhält; und daraus ergibt sich, daß alle Planeten mit einer Kraft, welche diesem Gesetz gemäß ist, gegen die Sonne getrieben werden. M. s. **Gravitation.** Gleichwohl aber hat man doch kleine Abweichungen von ihren eigentlichen Bahnen wahrgenommen, welche beweisen, daß sie in ihrem Laufe unter einander gestöret, oder von einander angezogen werden. Auf diese Weise erhält man ein System von Planetenbewegungen, aus welchem sich ihr Lauf über-

übereinstimmend mit den Beobachtungen erklären, berechnen und in Tafeln bringen läßt.

Weil die übrigen Planeten sich nach den nämlichen Gesetzen, wie die Erde, um die Sonne bewegen, von selbiger erleuchtet werden, um ihre Axen sich drehen, und zum Theil auch Monde zu Begleitern haben, so erhellet daraus ihre Aehnlichkeit mit der Erde. Es ist daher sehr wahrscheinlich zu vermuthen, daß diese Körper nicht bloß dieserwegen in einer so vortrefflichen Ordnung mit einander verbunden sind, um von uns bloß gesehen zu werden, sondern daß sie vielmehr eben so wie unsere Erde mit vernünftigen Wesen besetzet sind. Von dieser Vermuthung haben **Huygens** [α]) und **Fontenelle** [β]) schöne Ideen aufgestellet. Ueberdieß sind die Flecken in den Planeten hinreichende Beweise ihrer ungleichen Oberfläche, als Berge, Thäler u. s. f. Einige haben aber diese Aehnlichkeit der Planeten mit der Erde zu weit getrieben, wie z. B. **Wilkins** und **Wolff** [γ]). So stellt sich **Wolff** im Jupiter Menschen vor, welche einen ähnlichen Körper, wie wir besitzen, und der nach eben den Verhältnissen gebauet, aber wenigstens $2\frac{1}{2}$ länger als der unsrige ist. **Wolff** stellt hierüber sogar eine Berechnung an, und vergleichet hiernach die Menschen im Jupiter mit der Natur des Königs Og zu Basan. Allein es ist die größte Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß der Schöpfer, dessen Werke so mannigfaltig sind, auf einem jeden eine eigene Einrichtung getroffen, und den darauf befindlichen Wesen eine dieser gemäße Organisation gegeben habe. Denn auch bey unserer Kurzsichtigkeit vermögen wir doch einzusehen, daß die Sonne, von welcher die Planeten ihr Licht und Wärme erhalten, auf einen jeden Planeten ganz anders wirken, und daß folglich auch ein jeder Planet eine solche Einrichtung besitzen müsse, daß er die Wirkungen der Sonnenstrahlen aushalten könne.

α) Cosmotheorus s. de terris coelestibus. Hag. Com. 1698. 4.
β) Entretiens sur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. übers. mit Anmerk. von Bode. Berlin, 1780. 2te verm. Ausg. 1789. 8.
γ) Elementa astronomiae; in den element. matheseos. Halae, 1753. 4. §. 527.

Kircher a) läßt sich durch einen Engel von einem Himmelskörper zum andern führen, und erzählet, was er daselbst angetroffen habe. **Schott** hat hierzu Anmerkungen gemacht, in welchen er die astronomischen Wahrnehmungen anführet, von welchen **Kircher** zu seiner sonderbaren Erzählung Veranlassung genommen hat.

Was übrigens noch von einem jeden Planeten besonders bekannt ist, findet man unter einem jeden ihm zugehörigen Artikel, so wie die ganze Verbindung unter einander bey dem Worte, **Weltsystem.**

Planisphär (planisphaerium, planiglobium, planiglobe). Hierunter versteht man eine Zeichnung einer Halbkugel mit den darauf befindlichen Gegenständen auf einer ebenen Fläche. Auf diese Art werden Himmels- und Erdkugeln auf ebenen Flächen abgezeichnet, indem man nämlich entweder beide Halbkugeln neben einander, oder eine jede auf einem besondern Blatte abbildet.

Hierbey kommt es bloß auf die Lage des Auges an, welches die Gegenstände auf der Halbkugelfläche betrachtet. Siehet nämlich das Auge in irgend einer Stelle auf der Kugelfläche die innere entgegengesetzte hohle Halbkugel, wie sie sich auf einer durch den Mittelpunkt gelegten perspektivischen Tafel zeiget, so heißt die Verzeichnung eine **stereographische Projektion**; nimmt man aber an, das Auge ist von der Kugel unendlich weit entfernet, so wird die Verzeichnung die **orthographische Projektion** genennt. Für die Abbildung der Himmels- und Erdkugel wird gewöhnlich die stereographische Projektionsart gewählet. Diese ist, alsdann entweder **Polarprojektion**, wenn das Auge im Pole seine Stelle hat, oder **äquatorische Projektion**, wenn es im Aequator sich befindet. Die erstere, von welcher schon **Ptolemäus** b) geschrieben hat, ist bey den Himmelskarten die gewöhnlichste. M. s. **Sternkarten.** Die Abbildungen der ganzen Erdkugel oder

a) Iter exstaticum coeleste cum scholiis *Schotti.* Herbipoli, 1760. 4.

b) Cl. *Ptolemaei* planisphaerium cum commentar. *Commandini.* Venet. 1558.

oder die **Universalkarten** werden nach beiderley Art, auch bisweilen auf den Horizont irgend eines Objektes projicirt. M. s. **Landkarten**.

Auf dergleichen ebenen Abbildungen der Himmelskörper lassen sich verschiedene astronomische Aufgaben auflösen. Sonst gebrauchte man dergleichen auf Messing oder Holz entworfene Verzeichnungen der Kreise als astronomische Instrumente unter dem Nahmen der **Astrolabien**.

Planspiegel s. **Spiegel**.

Platina, Platinum, Platina del Pinto (platina, platinum, platine, or blanc) ist ein edles Metall von silberweißer Farbe, welches erst seit 1750 in Europa bekannt geworden ist. Man findet dieses Metall in den Goldgruben von Santa-Fé bey Cartagena und dem Dorfe Choco in der Nähe des Flusses Pinto in Peru in Amerika. Es kömmt in der Gestalt kleiner runder geplätschter Körner zu uns, welche fast wie Eisenfeil aussehen, und nicht alle gleich rein, oft mit Sand vermengt, hier und da mit Eisentheilen, Gold und Quecksilber verunreiniget sind, und sich wegen des anklebenden Eisengehalts vom Magnet ziehen lassen. Der spanische Nahme **Platina** ist das Diminutivum von **Plata**, das Silber, und sie hat ihn wahrscheinlich wegen der weißen Farbe und der kleinen Massen, worin sie gewöhnlich ist, erhalten. Auch nennen sie die Spanier Juan blanca. Von einigen Chemikern wird sie auch weißes Gold genannt. Uebrigens kömmt die Platina nicht so natürlich in den Gruben vor, wie wir sie erhalten, vielmehr hat sie schon eine äußere Behandlung beym Zerpochen des Gesteines erlitten, und bricht mit dem Golde zugleich, von welchem sie durchs Verquicken geschieden worden ist. Die Platina hat man bis jetzt nur gediegen in der Natur angetroffen.

Der erste, welcher der Platina Erwähnung thut, war **Don Ulloa** im Jahre 1748. Nicht lange darauf im Jahre 1749 schickte **Wood** einige Proben davon aus Jamaika nach England. Unter den Chemikern und Mineralogen wurde sie

aber doch nicht recht bekannt, bis **Scheffer** [α]) in Schweden im Jahre 1752, und mit ihm fast zugleich **Lewis** [β]) in England ihre Versuche damit bekannt machten. Nachher haben sich mehrere Chemiker mit Untersuchung derselben beschäftiget, wohin besonders **Marggraf** [γ]), **Macquer** und **Baume** und vorzüglich der churpfälzische Gesandte am Hofe zu Versailles, Graf **von Sickingen** [δ]) gehört. Auch **Bergmann** [ε]) hat Versuche über die Platina angestellet, welche mit den sickingenschen wohl übereinstimmen. De **Morveau**, **Midly** und **Büffon** hielten die Platina für ein Gemisch von Gold und Eisen. Allein der Graf **von Sickingen** hat sie zuerst in ihrer gehörigen Reinigkeit als ein eigenes feuerbeständiges Metall dargestellt.

Nach den Versuchen des Grafen **von Sickingen** halten die gewöhnlichen Platinakörner an ein Drittheil Eisen, das sich ungemein schwer abscheiden läßt. Um dieses Metall von dem Eisen und von den übrigen anklebenden Unreinigkeiten völlig rein darzustellen, bedienet man sich folgender Mittel: 1) man löset es in Königswasser auf, und schlägt es durch kochsalzgesäuertes Ammoniak nieder, und stellt den Niederschlag durch einen Fluß, aus Borax, gestoßenem Glase und Kohlenpulver, wieder her. Oder 2) man setzt die Körner der Platina einem äußerst heftigen Feuer aus, so daß sie an einander kleben, indem sie auf der Oberfläche geschmolzen werden, und nachher hämmert man diese zusammenhängenden Körper in einen Klumpen. Oder 3) man befördert das Schmelzen durch einen Zusatz von Arsenik, und verjagt nachher dieses Metall durch das Feuer. Oder 4) man befördert das Schmelzen in einem heftigen Feuer durch Zusatz von Bley, oder Wismuth und kupelliret nachher das Metall in einem starken Feuer. Oder

5)

α) Schwed. Abhandl. 1752. B. XIV. S. 275 f. 1757. B. XIX. S. 303 f.
β) Philosoph. transact. Vol. XLVIII. P. II. p. 638. Vol. L. P. I. p. 148. auch Historie der Platina im Zusammenhange der Künste. Th. I. B. I. p. 211.
γ) Mémoir. de Berlin 1757. auch in sein. chym. Schrift. Th. I. S. 1 u. f.
δ) Versuche über die Platina. Mannheim, 1782. 8. Aus dem Franz. übers. von Suckow.
ε) De platina in opuscul. Vol. II. p. 166. de tubo ferruminatorio. §. 23.

5) man schmelzt dieses Metall mit gleichen Theilen eines Metalls, das fähig ist, sich in der Salpetersäure aufzulösen. Die hieraus entstehende Mischung ist sehr brüchig. Man stößt sie in einem Mörser, gießt Salpetersäure über das Pulver, und setzet es damit der Wärme aus. Die Salpetersäure löst das fremde Metall auf, und die Platina fällt in Gestalt eines schwarzen Pulvers zu Boden. Dieses Pulver kann in einem starken Feuer geschmolzen werden. Allein das daraus entstehende Metall läßt sich nicht gut hämmern.

Eine bessere Methode, als alle diese, hat Herr **Janetty** zu Paris gefunden; er hält sie aber geheim. Herr **Girtanner** hat bey ihm Gefäße aller Art aus Platina, und sogar sehr schön gearbeitete Uhrketten, gesehen.

Das eigenthümliche Gewicht der gewöhnlichen Platina fällt wegen ihrer ungleichen Reinigkeit nicht immer gleich aus. Nach Versuchen des Graf **von Sickingen** verhält sich die reinste gegen reines Wasser in ihrer Dichtigkeit wie 21,061 zu 1,000. Nach den Tabellen von **Brisson** und **Romé de l'Isle** ist das specifische Gewicht der Platina in verschiedenem Zustande

gereinigt und gezogen	21,0417
gereinigt und geschmiedet	20,3366
gereinigt und gegossen	19,5000
gekörnt, durch Salzgeist gereinigt	16,7521
gediegen, vom Magnet schwach gezogen	16,3333
gekörnt, vom Magnet nicht gezogen	16,2519
roh gekörnt, vom Magnet nicht gezogen	15,6017
roh gegossen (eine poröse Masse)	14,6263

Die von aller fremden Beymischung und von Eisen befreyte Platina, glänzt wie das reinste Silber, läßt sich dehnen und hämmern, sich zu dünnen Blättern schlagen, und zum feinsten Drahte ziehen, und ist daher keines Weges ein Halbmetall, wie man sonst glaubte. An Zähigkeit und absoluter Festigkeit übertrifft die Platina noch das Gold. Die Härte derselben ist geringer als die von Eisen, aber größer als die von Kupfer.

In dem Feuer unserer Oefen ist die reine Platina nur bey einem sehr hohen Grade, welcher durch sehr heftiges Gebläse erreichet werden kann, schmelzbar; im Brennpunkte des großen troudainischen und parkerschen Brennglases floß sie auch, ohne wie das Gold zu verdampfen. Sie ist daher die schwerflüssigste und feuerbeständigste unter allen metallischen Substanzen. Sie besitzet aber wie das Eisen die gute Eigenschaft, sich glühend schweißen zu lassen, wenn sie rein ist. Auch im heftigsten Feuer, selbst bey ihrem Schmelzen, wird sie nicht verkalkt, und verlieret nichts von ihrem metallischen Glanze. Uebrigens hat sie weder Geschmack noch Geruch. Luft und Wasser wirken nicht darauf, und sie verliert bey der vereinigten Wirkung beider nichts von ihrem Spiegelglanze. Daher ist sie so vorzüglich zu Metallspiegeln in Spiegelteleskopen zu gebrauchen.

Gegen die mineralischen Säuren verhält sie sich wie das Gold; sie wird nämlich bloß von der dephlogistisirten Salzsäure und dem Königswasser angegriffen. Die Auflösung derselben im Königswasser ist anfänglich gelb, wird aber immer dunkler, je mehr sich das Königswasser mit der Platina sättiget, und zuletzt rothbraun Bey Verdünnung mit Wasser wird sie der Goldsolution ähnlich. Wird zu dieser Auflösung Gewächsalkali in geringer Menge zugesetzet, so entsteht nach kurzer Zeit ein Niederschlag, welcher aus kleinen, schweren, rothen Crystallen besteht, welche nach Bergmann mannigmahl deutlich achtseitig sind, sich im Wasser auflösen lassen, vom Gewächsalkali nicht weiter verändert, aber vom Mineralalkali, wiewohl schwer, zersetzet werden, und sonst vor dem Löthrohre zu einem regulinischen Platinakerne fließen. Wird hingegen mehr Gewächsalkali zur Platinaauflösung zugesetzet, so fällt endlich ein gelbliches, schwammichtes, im Wasser unauflösliches Pulver nieder, das ein wahrer Platinakalk ist. Die Blutlauge schlägt bloß das beygemischte Eisen, als ein Berlinerblau nieder. Der Graf von Sickingen hat dieß als ein Mittel gebrauchet, die Platina vom Eisen zu reinigen. Weil der Salmiak die Platina niederschlägt, ohne das Gold zu fällen; hingegen der Eisenvitriol das Gold fällt, ohne die Platina niederzuschlagen, so kann man jetzt durch diese Mittel die Vermischung des Goldes mit der Platina sicher entdecken.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. §. 2138 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 316.

Platten, elektrische s. Quadrat, elektrisches.

Platzgold s. Knallgold.

Ende des dritten Theils.

Tab. II.

Tom. III.

Tab. III.

Tom. III.

109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130.